
A. Wetmore

A. Wetmore Z-7

Beiträge zur Struktur und Physiologie der Vogeleischalen

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde
genehmigt von der philosophischen Fakultät
der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität
zu Bonn

von

Anton Clevisch
Tierarzt
aus Saarlouis

Promoviert am 28. November 1913



Hannover
M. & H. Schaper
1913

Berichterstatter: † Geheimer Regierungsrat Prof. Dr. Ludwig.

Mit Genehmigung der Fakultät kommt hier nur die Arbeit mit einer Textfigur zum Abdruck. Die ganze Arbeit — mit dem vollständigen Tafelwerk — wird unter gleichem Titel demnächst in der „Zeitschrift für Oologie und Ornithologie“ (Druckerei von Carl Ockler, Berlin C. Prenzlauerstraße 13) erscheinen.

Inhaltsverzeichnis.

A. Allgemeiner Teil.

Einleitung.

Während das Vogelei in seiner Gesamtstruktur häufig von Embryologen, Histologen und Zoologen untersucht worden ist, ist die Vogeleischale, die für den Ornithologen bei der Bestimmung der Vogelspezies bisweilen ein Hauptkriterium bildet, noch sehr wenig betrachtet worden.

Die Kostspieligkeit der Materialbeschaffung und vor allem die fast unüberwindlichen Schwierigkeiten, die der Technik der histologischen Bearbeitung der Eischale entgegenstehen, mögen davon abgehalten haben, die Vogeleischale so oft zum Gegenstand von Untersuchungen zu machen, wie dies bei dem Vogelei der Fall ist.

Die Gründe, die mich zur Bearbeitung vorstehenden Themas bestimmt haben, sind folgende.

In Bronn's Klassen und Ordnungen (7. p. 877—878) fand ich eine Notiz von Gadow über Untersuchungen an Eischalen, die v. Nathusius angestellt hatte. Die eigenartigen Ergebnisse dieser Untersuchungen schienen mir aber nicht ganz richtig zu sein, weshalb ich es für nötig hielt, sie einer näheren Prüfung zu unterziehen.

Von Nathusius war nämlich der Meinung, daß die Eischale nur in trockenem Zustande für Luft durchdringlich sei, daß aber bei feuchter Schale weder Wasser noch Luft durch die Porenkanäle hindurchströmen könnten. Er schrieb diese Eigenheit der Funktion der Cuticula zu. Feilte er nämlich die äußere Cuticularschicht ab, so genügte eine Wassersäule von wenigen Zoll, um das Wasser sofort in Tröpfchen durch die Schale hindurchzutreiben. Das Hindernis sollte also in der Cuticula liegen, und zwar, wenn diese feucht oder gequollen sei. Der Gas- und

Wasseraustausch sollte aber nach seiner Meinung durch Osmose erfolgen, weil Öffnungen von ihm in der Cuticula nicht gefunden wurden. Es sei auch schwer verständlich, so folgerte Gadow weiter, wie den an sehr feuchten Orten, teilweise im Wasser liegenden Eiern von Podiceps die nötige Luft zugeführt würde, da die Cuticula mehr oder weniger feucht sein müsse. Ob der kreidige Überzug diese Verhältnisse modifiziere, könne vorläufig nur vermutet werden, da Untersuchungen hierüber fehlten. Das gänzliche Fehlen der Cuticula an den Eiern vieler Vögel mache das Problem noch interessanter.

Ein weiterer Grund, der mich zu diesen Untersuchungen an Vogeleischalen führte, war der, daß die Identifizierung vieler Vogeleier, sofern man nicht die Provenienz kennt, durch die zur Zeit in der Oologie bekannten Untersuchungsmethoden unmöglich ist.

Szielasko (40a. p. 16–18) hat den Versuch gemacht, durch Bestimmung von Eikurven an den Eiern der verschiedenen Vogelarten unterscheidende Kennzeichen herauszufinden. Das Ergebnis seiner in Form einer Dissertation niedergelegten Untersuchungen war folgendes:

„Die Eikurven von Corvus frugilegus L. und Corvus cornix L. einerseits und von Buteo buteo (L.) und Milvus regalis Brehm unterscheiden sich nicht von einander, denn die Zahlenwerte der genannten Arten gehen vollständig ineinander über. Da außerdem in der Natur Bastardierungen zwischen Corvus cornix und corone ziemlich häufig vorkommen, und diese Eier von cornix, frugilegus und corone nicht zu unterscheiden sind, bleiben sämtliche genannten Arten auch fernerhin ‚die Schmerzenskinder‘ der Oologie, und die mathematische Berechnung der Eikurve kommt in diesen Fällen nicht einmal als neuer Hilfsfaktor zur Unterscheidung der betreffenden Spezies hinzu.“

Le Roi sagt (32. p. 13): „In keiner Hinsicht aber sind die Eier von Milvus aegyptius Gmel. und migrans Bodd. auseinanderzuhalten, wie sich namentlich beim Vergleiche größerer Serien beider Eier erweist. Hier kann also nur die Herkunft der Eier, insofern dieselbe zweifellos gesichert ist, Gewißheit über die Artzugehörigkeit verschaffen.“

Gegenstand meiner Arbeit ist daher, die Richtigkeit oder Unrichtigkeit der v. Nathusius'schen Ansichten über den Gasaustausch und den Bau der Vogeleischale zu klären. Außerdem wird

meine Aufgabe darin bestehen, das bisher noch wenig bearbeitete Feld der Struktur und Physiologie der Vogeleischalen weiter zu erschließen.

Vor allem habe ich versucht, festzustellen, ob es nicht möglich sei, durch Vornahme von Eischliffen neue differentialdiagnostische Kennzeichen für die Systematik in der Oologie zu ermitteln.

Technik der Bearbeitung der Eischale.

In Anbetracht der Härte und Brüchigkeit der Eischalen kann man die Anfertigung von mikroskopischen Schnitten nicht auf dem Wege der Mikrotomie, wie dies sonst üblich ist, vornehmen. Vielmehr muß man, wie dies bei Zahn- und Knochenuntersuchungen geschieht, die Schleiftechnik anwenden. Aus der Eischale sägte ich 2 bis 4 mm lange und ebenso breite Stücke mit der Laubsäge heraus. Bei kleinern Eiern suchte ich durch vorsichtiges Brechen der Eischale mit den Fingern brauchbare Stücke zu bekommen. Dann klebte ich die einzelnen Stücke mit Kanadabalsam, der sich in warmem Zustande flüssig, bei gewöhnlicher Temperatur vollständig erhärtet zeigen muß, aufeinander, in ähnlicher Weise, wie man Gegenstände mit Schreinerleim aufeinanderleimt. Um eine gute Vereinigung der Stücke zu bewirken, ist es nicht allein zweckmäßig, den Stücken vorher eine passende und gleichmäßige Form zu geben, sondern auch vorteilhaft, sie so auszuwählen, daß sie eine gleichmäßige Wölbung besitzen. Auf ein so bequemes und rücksichtsloses Präparieren, wie es die zähe Beschaffenheit der Knochensubstanz (v. Nathusius 26a. p. 231—33) z. B. gestattet, ist von vornherein zu verzichten. Deshalb ist es auch bei den feineren und schwieriger zu behandelnden Schliffen nicht möglich, sie, nachdem beide Flächen geschliffen sind, von dem Objektträger, auf dem sie mit Kanadabalsam befestigt waren, loszulösen. Wenn dann durch Feilen und Schleifen mit geschlämmten Schmirgel, was alles wegen des die Zwischenräume füllenden Kanadabalsams mit Wasser zu geschehen hat, die eine Schliffläche in befriedigender Weise hergestellt ist, wird diese mit etwas erwärmtem Kanadabalsam, der vorher vollständig erhärtet war, auf demselben Objektträger befestigt, der für das fertige Präparat bestimmt ist. Es wird nun das Stück soweit abgesägt, daß nur ein Blättchen von etwa

1 bis 2 mm Dicke bleibt, und dieses durch Feilen und Schleifen, soweit als möglich, verdünnt. Von dem fortschreitenden Resultate des Schleifens muß man sich durch Betrachtung unter dem Mikroskop von Zeit zu Zeit überzeugen und das Schleifen rechtzeitig unterbrechen, damit der Schliff nicht plötzlich in Fragmente zerfällt.

Auf das gereinigte und trockene Präparat wird ein Tropfen dünnflüssigen, nach Umständen vorher erwärmten Kanadabalsams getropft und auf diesen das gewärmte Deckglas gelegt. Dann ist das Präparat fertig. Da man aus technischen Gründen mit absolutem Alkohol die Präparate nicht gut wasserfrei machen kann, muß man sie einige Tage liegen lassen, bis sie klar geworden und allenfallsige Nachtrübungen des Kanadabalsams verschwunden sind.

Daß man die Schliffe auf einer guten Glasplatte abschleift, brauche ich wohl nicht zu erwähnen. Zu beachten ist noch, daß der Schmirgel besonders fein und gut ausgeschlämmt ist. Der Kanadabalsam soll in Xylol und nicht in Chloroform gelöst sein und muß vor allem eingedickt sein. Der in Stücken auf dem Markte erscheinende Kanadabalsam eignet sich nicht zur Anwendung bei der Schleiftechnik. Ich darf jedoch nicht unterlassen, darauf hinzuweisen, daß die Technik außerordentlich schwierig ist und sehr viele Mißerfolge zeitigt.

Der Einfachheit wegen bezeichne ich die senkrecht durch die Dicke der Eischalen gefertigten Schliffe als Radialschliffe. Die parallel einer Tangente gemachten Schliffe sollen Tangentialschliffe benannt werden.

Über die Eihüllenbildung und die Eipollage bei der Eiablage.

Der Übersicht wegen muß ich nun noch einige Erläuterungen über die Eihüllenbildung vorausschicken, die ich in kurzer Zusammenfassung nach Waldeyer-Hertwig (44. p. 317—323), wenn auch nicht wörtlich, so doch inhaltlich wiedergebe.

Die dem Keimepithel des Eierstocks entstammenden Oogonien rücken allmählich in die Tiefe des ovarialen Bindegewebes und werden dort nach wiederholter Teilung zu Oozyten. Diese wachsen unter massenhafter Bildung von Dotterelementen zu sogenannten Gelbeiern heran, welche von einem einschichtigen

Follikelepithel umgeben, gegen die Eierstockperipherie wieder emporgeschoben werden. Indem sie dabei über die Oberfläche hinaustreten, geben sie dem Ovarium ein traubenförmiges Aussehen. Infolge der Schwere der Eizelle reißt die Theca folliculi alsbald am Punctum minoris restistentiae, und das so freigewordene Gelbei wird nun von dem Tubentrichter erfaßt, um vermittelst dessen Flimmerepithel, vielleicht auch durch die Peristaltik der Eileiterwände, in den Geschlechtswegen weiter nach unten befördert zu werden.

An den Trichter, auch Infundibulum genannt, schließt sich ein mit Längsfalten versehenes langes Rohr, der eigentliche Ovidukt an. Dieser längste Teil geht nach einer Einschnürung, dem Isthmus (Sturm 39. p. 10), in einen erweiterten Teil, den sogenannten uterinen Abschnitt über. Ihm folgt schließlich noch ein kurzer, sehr dehnungsfähiger Gang, den man meist als „Eileitermund" bezeichnet, und der links vom Mastdarm in die Kloake ausmündet.

Der Trichter sezerniert nicht (Sturm 39 p. 14), sondern dient nur zur Weiterbeförderung des Gelbeies. Im Ovidukt wird die Eiweißhülle ausgeschieden. Diese besteht aus mehreren Lagen. An das Gelbei grenzt zunächst eine Lage flüssigen Eiweißes, dann eine von Faserzügen durchsetzte Schicht, die Membrana chalazifera, deren Namen auf den Umstand zurückzuführen ist, daß von ihr die Chalazen oder Hagelschnüre ausgehen.

Auf die weitere Zusammensetzung des Eiweißes, vor allem was die physiologische Chemie des Eiweißes anbelangt, braucht hier nicht näher eingegangen zu werden.

Für den Ort der Bildung der Schalenhaut ist eine Beobachtung von Coste (8. p. 295) wertvoll, die dieser gelegentlich der Sektion eines Huhnes machte. Er fand nämlich das in der Schalenhautbildung begriffene Ei gerade am Eingang des Isthmus vor. Die eine Hälfte, die eben erst in diesen eingetreten war, erwies sich als mit der Schalenhaut bekleidet, während die andere Eihälfte noch nackt war. Die weiche Schalenhaut besteht aus zwei Schichten, die anfangs fest aneinanderliegen, beim gelegten Ei weichen sie aber am stumpfen Pol durch Aufnahme von Luft auseinander.

Für die Eibildungszeit bei Gallus domesticus gibt Bonnet (zit. nach v. Durski 9. p. 5—6) folgende Zeiten an. In mehr als drei Stunden durchläuft der sich mit Eiweiß umhüllende

Dotter die oberen, 25 cm langen zwei Dritteile des Eileiters, dann werden etwas langsamer, ebenfalls in drei Stunden, die weiteren 10 cm durchwandert. In dem sich plötzlich erweiternden uterinen Abschnitt verweilt das Ei auffallend lange Zeit, etwa 12—18 bis 24 Stunden. Hier findet nämlich die Bildung der sehr festen, aber doch elastischen und porösen Kalkschale sowie die Färbung statt. Sobald auch diese fertig gebildet ist, pressen heftige Muskelbewegungen des Uterus das Ei durch den Eileitermund in die Kloake und eben damit nach außen.

Im Anschluß hieran komme ich auf die Besprechung einer Frage, die von jeher die Oologen interessiert hat, — auf die Lage der Eipole bei der „Geburt". Die Kenntnis dieser Lageverhältnisse ist für die Beurteilung mancher Eischalenfärbungen, die ich in späteren Kapiteln behandeln werde, von großer Bedeutung.

Von Durski (9. p. 6) zitiert eine Reihe von Autoren, die angeben, daß das Ei mit dem spitzen Ende zuerst abgelegt werde.

Von König-Warthausen berichtet (14b. p. 289.), daß die alte Anschauung falsch sei, nach der das vordere Ende, „weil bahnbrechend", das spitzere sein müsse. Der Regel nach würden die Eier, soweit überhaupt beide Pole Verschiedenheiten zeigten, mit dem stumpfen Teil zuerst gelegt.

Rey (30. p. 237), der große Erfahrungen auf diesem Gebiete gesammelt hat, hat bei 19 von ihm untersuchten Vögeln das stumpfe Eiende der Vagina zugekehrt gefunden. Nur bei einer kleinen Anzahl afrikanischer Amadinen, die an Legenot in der Gefangenschaft zugrunde gegangen waren, fand er die umgekehrte Lage. Außerdem hat Rey Versuche mit Eiern gemacht, die mit Gips gefüllt waren. Er kam dann zu folgendem Ergebnis: Normaler Weise wird das Ei mit dem stumpfen Ende nach vorn gelegt. Höchstens werden solche Eier, die mehr oder weniger gleichhälftig in der Form sind, von der Regel dann und wann abweichen können.

Von Nathusius schildert ein Experiment von A. Ernst in Caraka, das dieser bei eierlegenden Hühnern angestellt hat. Das Ergebnis dieser Versuche war, daß bei 47 Eiern das Hervortreten des stumpfen Endes zuerst beobachtet wurde.

Auch aus rein mechanischen Gründen wird das Ei mit dem stumpfen Pol vorangehen; denn ein in schlüpfrige Wände eingezwängter Keil oder Kegel wird von den Wänden rückwärts,

d. h. mit der Basis voran ausgetrieben. Auf die beiden Eipole drückt die Wandung des Eileiters nicht, wohl aber auf die Seitenflächen und natürlich stärker auf die langen als auf die kurzen. Falsche Lagen werden auch bei Eiern gelegentlich vorkommen. (7)

Erdmann (10. p. 405.) bringt eine Mitteilung, nach welcher er durch die Form der Blutflecken an den Erstlingseiern junger Hühner zu der Vermutung veranlaßt wurde, daß die Eier beim Huhn mit dem stumpfen Pol zuerst gelegt werden. Er hat sich auch mehrfach Eier direkt in die Hand legen lassen, und bestätigt gefunden, daß der zuerst erscheinende Pol der stumpfe ist. Nach den Angaben v. Nathusius' hat schon Aristoteles ermittelt, daß das Ei mit dem stumpfen Pol zuerst gelegt werde, ebenso der französische Naturforscher Buffon.

Prüft man die vorstehend niedergelegten Ansichten der verschiedenen Forscher über die Eipollage, so muß man, abgesehen von pathologischen Fällen und solchen Eiern, die gleichpolig gestaltet sind, zu der Überzeugung kommen, daß die Mehrzahl der Vogeleier mit dem stumpfen Pol, wo ein solcher überhaupt zur Ausbildung kommt, zuerst in die Außenwelt gelangt.

Im Anschluß an obige Ausführungen erscheint es zweckmäßig, noch mit einigen Worten auf eine Ansicht von v. Nathusius einzugehen, die dieser über die Bildung der Vogeleier hegte.

Von Nathusius vertrat nämlich den sonderbaren Standpunkt, daß die Hüllen des Vogeleies nicht durch Apposition entständen, sondern Produkte der Eizelle selbst seien.

Von Seidlitz (37. p. 25), Kutter (17. p. 396 usw.), Landois (18b. p. 182) und Ludwig (22. p. 172) wurde die von Nathusius'sche Ansicht mit aller Entschiedenheit bekämpft, und von den genannten Verfassern richtig bemerkt, daß die Eihüllen im Eileiter hinzukommende akzessorische Gebilde seien.

Besonders Landois verfolgte mit großem Eifer die Angelegenheit. In einer Arbeit: „Sind Eiweiß und Eischale bei Vogeleiern periplastische oder exoplastische Gebilde?“ (18b. p. 182 usw.) sagt er: „Ich machte früher schon darauf aufmerksam, daß, wenn es sich ermöglichen ließe, in den Eileiter eine unorganische Kugel einzubringen, und aus dieser ein fertiges Ei hervorwüchse, der Meinungsstreit entschieden sei. Denn lagert sich um eine derartige Kugel Eiweiß und Schale, so ist ein Herauswachsen von innen durchaus undenkbar. Dieses Experiment mit der

Kugel ist kürzlich gelungen. Es spricht sehr für die mechanische Eiformationstheorie und stimmt gar nicht mit der Ansicht von Nathusius' über Schalenbildung überein.“

In den nun folgenden Abschnitten berichte ich zuerst über die Schalenhaut und dann über die Kalkschale selbst.

Die Schalenhaut,

Eischalenhaut nach Blasius, Faserhaut nach Londois wird, wie Coste (8) angibt, im Isthmus gebildet. (8. p. 295).

Von Wittich beschreibt die Schalenhaut (49. p. 217) als einen engmaschigen Filz vielfach sich kreuzender und verästelnder Fasern, die aber immer noch hinlänglich große Maschenräume zwischen sich lassen.

Die Mitteilungen von Meckel von Hemsbach (23. p. 430—31), Loos (21. p. 501) und Leuckart (19. p. 894) über die Schalenhautbildungen und Zusammensetzung können unberücksichtigt bleiben, da inzwischen Untersuchungen dargetan haben, daß die damals geäußerten Anschauungen nicht ganz richtig sind.

Nach Blasius (5. p. 14), der den von dem Ornithologen Thienemann und den anderen alten Ornithologen schon gebrauchten Ausdruck Eischalenhaut für diese Schicht wählt, besteht sie aus dicht verfilzten organischen Fasern, die in den verschiedensten Richtungen durcheinander gewebt sind und unter einander zuweilen netzartige Verbindungen zeigen. Er spricht von zwei Blättern, einem äußeren aus gröberen und einem inneren aus feineren Fasern zusammengesetzt.

Landois hatte (18a. p. 2) von der Schalenhautbildung auch eine eigenartige Vorstellung, und deshalb wurde er nicht mit Unrecht von Seidlitz folgendermaßen kritisiert: „Landois' Annahme, daß sie sich aus den abgelösten und (durch die Drehung) verfilzten glatten Muskelfasern des Eileiters bilde, hat gar keine Tatsache für sich, wohl aber einige gegen sich. Besonders aber spricht der von Berthold (in Okens Isis 1830 p. 573) mitgeteilte Versuch dagegen, nach welchem sich, bei Zerbrechung der Schale im Eihälter, neue Schalenhaut auf die Risse lagerte, also unter Verhältnissen, wo keine Muskelfasern abgelöst und verfilzt werden konnten (37. p. 16). Nur an dem stumpfen Ende sind die zwei Blätter nicht fest aneinander hängend und treten hier unter

Ansammlung von Luft auseinander, wodurch der ‚Luftraum‘ (Folliculus aëris) entsteht.“

Von Nathusius (26a. p. 250) betont, daß Verzweigungen oder Teilungen der primären Fasern der Schalenhaut oder wirklichen Anastomosen ähnliche Netze nicht zu finden waren. Die rein präparierten Fasern gäben auf das täuschendste das Bild der elastischen Fasern der Bindesubstanz wieder. Es sei auch noch der Erwähnung wert (26a. p. 251), daß die Schalenhaut beim bebrüteten Ei nicht verändert und durch die Fäulnis des Eies an scheinend nicht affiziert werde.

Im speziellen Teile werde ich noch bei einzelnen Arten über die Struktur der Schalenhaut Mitteilung machen. Allgemein kann ich jedoch jetzt schon hervorheben, daß sie bei den verschiedenen Spezies kaum bemerkenswerte bauliche Veränderungen aufweist. Die Trennung der beiden Schichten, der äußeren von der inneren Schicht, ist mir sogar beim Sperlingsei gelungen. In besonders schönen Stücken konnte ich die Loslösung der beiden Schichten bei Eiern von Cygnus olor Gmel., Perdix perdix L., Struthio camelus L. u. a. bewirken.

Die Fasern der äußeren Schicht schienen gröber zu sein als die der Inneren. Verzweigungen konnte ich an den Fasern nicht sehen. Die Fasern der Schalenhaut von bebrüteten Eiern erschienen unter dem Mikroskop weniger durchsichtig, und die Grenzlinien zwischen den einzelnen Fasern sind verschwommener als bei Faserhäuten von unbebrüteten Eiern.

Wahrscheinlich handelt es sich um eine im Laufe der Bebrütung eintretende Eiweißgerinnung und Abnahme des Wassergehaltes durch Verdunstung, die sich auf die Faserhaut erstreckt.

Diese Abnahme des Wassergehaltes der Eischale und die dadurch anscheinend bedingte Undurchsichtigkeit der Mammillen und der anderen Schalenteile bei bebrüteten Eiern ist für letztere ein ganz spezifischer Vorgang, der nur auf das Konto der Bebrütung zu setzen ist. Zu dieser Ansicht komme ich nämlich auf Grund meiner Untersuchungen an Eischliffen von Aepyornis spec. Bei diesen Eiern fand ich trotz des hohen Alters (mehrere hundert Jahre) die Mammillen und einen Teil der Schwammschicht noch vollkommen klar und durchsichtig.

Färbt man die Schalenhäute von bebrüteten Eiern, dann erhält man in den meisten Fällen keine prägnante Einzelfaserfärbung, sondern diffuse Färbungen mit verschwommenen Bildern.

Makroskopisch bietet sich die Faserhaut — vermutlich durch Abnahme des Wassergehaltes veranlaßt — bei bebrüteten Eiern, wenn ich z. B. die von Straußen, Schwänen, Hühnern, Raubvögeln und von anderen größeren Vogelarten in Betracht ziehe, intensiver weiß gefärbt und dichter dar. Sie fühlt sich nicht mehr so fein an als beim unbebrüteten Ei, sondern fester und dichter in der Gewebeformation, so daß ich die Beschaffenheit der Faserhaut beim bebrüteten Straußenei mit einem fein durch Alaun gegerbten Leder vergleichen könnte. Bei faulenden Eiern zeigt die Faserhaut Zersetzungen und Quellungen der Fasern.

Verkalkungen in der Schalenhaut konnte ich im Gegensatz zu Landois nicht ermitteln, trotzdem ich sämtliche Radialschliffe, auf denen die Schalenhaut fast durchweg erhalten ist, unter dem Mikroskop bei genügender Abblendung sowie unter dem Polarisationsmikroskop speziell daraufhin untersuchte.

Die größten und dicksten Fasern in der Schalenhaut fand ich bei Pelecanus crispus Bruch vor. Sie übertrafen an Größe und Dicke die Fasern der Schalenhaut des Struthionideneies.

Die Mammillenschicht. (Siehe Fig. p. 18.)

Bär (z. n. Blasius 5 p. 17) erwähnt kleine Hervorragungen (Zotten), die nach außen zu auf der Eischalenhaut aufsitzen.

Blasius erklärt (5. p. 15), daß er die Schicht mit einem allgemeinen Namen wie Kernschicht bezeichnen wolle. Über die Entstehung, fährt er fort (p. 21), wird man erst ein sicheres Urteil durch den Nachweis fällen können, daß der Kern entweder aus Zellen oder nur aus zellähnlichen Eiweißbildungen besteht und dies wird nur an solchen Eiern möglich sein, die soeben mit dieser Schicht von Kernen bedeckt werden und noch keine Kalkablagerungen in der Schale zeigen.

Landois (18a. p. 4) benennt die Schicht Uterindrüsenschicht.

Seidlitz (37. p. 16) schreibt: „Um diese organischen Kerne ergießt sich die von den Uterindrüsen abgesonderte zähe Flüssigkeit und gruppiert sich um dieselben zu Kalkkristallen in organischen Hüllen erstarrend und dadurch das sogenannte Korn der Schale bedingend.“

v. Nathusius (26a. p. 234) bringt folgende Mitteilung: „Gegen ihre innere Fläche zu wächst die Schale in eine große Zahl

eigentümlich gebauter Fortsätze aus. Dieselben sollen ihrer Form nach, welche die Abbildungen ergeben, mit dem unpräjudizierlichen Namen ‚Mammillen' bezeichnet werden. Sie senken sich in die Faserhaut der Schale ein."

Der Ausdruck Mammillenschicht hat sich seit den Untersuchungen von v. Nathusius in der Literatur eingebürgert, und in den folgenden Kapiteln werde ich diese Bezeichnung auch stets beibehalten.

Der eigenartige Bau der Mammillenschicht erinnerte mich lebhaft wegen der Ähnlichkeit der Strukturverhältnisse mit den Prismen der Molluskenschale an die Untersuchungen von Biedermann „Über den Bau der Molluskenschale". Eine zierliche Querstreifung der Mammillen verleiht diesen das Aussehen von quergestreiften Muskelfasern. Die Ähnlichkeit wird noch erhöht dadurch, daß neben der Querstreifung auch eine Längsstreifung auftritt. Allerdings ist die Querstreifung feiner, die Längsstreifung gröber ausgebildet. Zumeist läuft jede Mammille in einen Knopf aus, es kommt aber auch vor, daß 2 oder 3 Mammillen einem Knopf zugeteilt sind, wie ich dies besonders häufig bei Struthio camelus u. a. gefunden habe.

Behandelte ich Schliffe mit Chromsäure, dann blieb zwar die Struktur der Mammillen vollständig erhalten, es trat aber eine Trübung der Mammillenschicht ein.

Die Mammillenschicht enthält eiweißähnliche Stoffe und Kalk, Farbstoffe fehlen den Mammillen.

Reines Eiweiß scheint die Mammillenschicht ebensowenig zu besitzen, wie die später zu beschreibende Schwammschicht, da Behandlung der Schliffe mit Jodjodkaliumlösung keine Gelbfärbung ergab, wie dies bei dem Vorhandensein von typischem Eiweiß hätte der Fall sein müssen. Des weiteren das Verhältnis der eiweißartigen und der kalkartigen Substanz in den einzelnen Schichten der Kalkschale festzustellen, habe ich nicht als in den Rahmen meiner Aufgabe fallend angesehen.

Bei Betrachtung von Schliffen im Polarisationsmiskroskop erscheint die Mammillenschicht namentlich durch ihre Querstreifung von der darüber gelagerten Schwammschicht scharf getrennt. Diese scharfmarkierte Querstreifung beruht wohl, wie Kelly (13. p. 486) durch Untersuchung ermittelt hat, auf dem Gehalt und der Kristallisationsform des Kalkes, der bei der Mammillenschicht vorwiegend phosphorsaurer Kalk ist, während die

Schwammschicht dagegen kohlensauren Kalk enthält, der wiederum andere Kristallisationsformen aufweist.

Besondere Beachtung vom systematischen Standpunkt aus verdient die Verteilung und Entfernung der Mammillen auf einer bestimmten Eifläche und der gegenseitige Abstand der Mammillen voneinander, ferner die Durchsichtigkeit bezw. die Undurchsichtigkeit der Mammillen auf den Querschliffen. Auf die Durchsichtigkeit bezw. Undurchsichtigkeit der Mammillenschicht, die bei den einzelnen Spezies von großer systematischer Bedeutung ist, komme ich im speziellen Teile noch zurück. Enthält die Mammillenschicht prozentual mehr organische Substanz, dann ist sie durchsichtiger, enthält sie mehr anorganische Substanz, also Kalk, dann ist sie undurchsichtiger.

Immerhin mag ja mitunter der Ausdruck Durchsichtigkeit oder Undurchsichtigkeit ein sehr gedehnter Begriff sein, aber als differential-diagnostisches Merkmal schienen mir diese Bezeichnungen doch zweckmäßig. Wenn ich Schichten als durchsichtig auf den Schliffen bezeichne, dann meine ich damit einen Farbenton bezw. eine Transparenz, wie sie etwa ein gelber Hornlöffel gewährt. Als undurchsichtig bezeichne ich Schichten, die kreideartig weiß oder grünlich trüb auf den Schliffen bei Betrachtung unter dem Mikroskop erscheinen.

Die einzelnen Mammillen sind durch Lückenräume von einander getrennt. Beachtenswert für den Aufbau der Eischale mag der Umstand sein, daß die Querstreifungen auch da, wo die Mammillen schon durch Lücken getrennt sind, noch vollkommen korrespondieren. Die Mammillen bilden wichtige Richtlinien für den Aufbau der kalkigen Teile der Eischale. Liegen sie weit entfernt von einander, so erhält das Ei eine grobe poröse Struktur, stehen sie nahe zusammen, dann wird die Textur der Schale exakter und fester gefügt. Unter Berücksichtigung dieser Struktur kann man auch sagen, daß vielfach Eier, die möglichst viele Mammillen auf kleinem Raume besitzen, glattschalig, im umgekehrten Falle aber rauhschalig sind.

Die Schwammschicht. (Siehe Fig. p. 18.)

Die dichtere Kalkschicht (nach Waldeyer-Hartwig), die Schwammschicht (nach Landois), eigentliche Kalkschicht, äußeres Blatt der eigentlichen Kalkschale (nach Blasius 5. p. 18).

Bär (z. nach Blasius) schildert ihr Entstehen so, als wenn in einem Gemenge von Kalk und Eiweiß Kalkkristalle anschössen und immer größer würden.

Nach Blasius (5. p. 18) bildet diese Schicht bei den Eiern den größten Teil der Schale selbst.

Landois (18a p. 4) beschreibt sie als schleimiger Natur und vollständig strukturlos. Sie hat nach ihm mehrere innere Hohlräume, welche ihr das durchlöcherte Ansehen eines Badeschwammes geben.

Der Name Schwammschicht ist von Landois zu Unrecht gewählt worden. Vom Standpunkte Landois' aus kann man aber die angenommene Bezeichnung wohl verstehen, wenn man auf seine Untersuchungen zurückgreift. Landois hat nämlich bei seinen Arbeiten die Eischale mit Salzsäure und anderen Säuren behandelt. Da nun die Eischalen vornehmlich kohlensauren Kalk enthalten und besonders die eigentliche Kalkschale, so muß natürlicherweise bei Einwirkung von Salzsäure auf die Eischale Kohlensäure frei werden. Wegen des feineren Baues aber kann nicht alle Kohlensäure in die Luft entweichen, vielmehr wird es häufig genug vorkommen, daß die Kohlensäure in den freiwerdenden Lücken der Schwammschicht sich festsetzt und so Gebilde hervorruft, die an die Gestalt eines Schwammes erinnern. Indem ich die Eischalen nicht nur mit Säuren bearbeitete, sondern auch auf Schliffen untersuchte, gelang es mir, nachzuweisen, daß die sogenannte Schwammschicht mit „höhlenartigem Bau" im Sinne Landois' nichts weiter als ein Kunstprodukt ist.

Leider muß ich für die Folge den Ausdruck „Schwammschicht" benutzen, da er sich vollständig in der ornithologischen Literatur eingebürgert hat.

Auf die „Drüsenschicht" folgt, wie Seidlitz (37. p. 17) sich ausdrückt, und hiermit meint er die Mammillenschicht, noch eine Schwammschicht bei einigen Vögeln, die, ohne um organische Kerne gruppiert zu sein, Kalkablagerungen in einem Netze organischer Substanz darstellt, wie man sie sich leicht als Erstarrungs- und Gerinnungs-Produkt der oben erwähnten Mischung von Kalk und Eiweiß denken kann. Bekanntlich gibt eine solche Mischung einen vortrefflichen Kitt, dessen Festigkeit auch der ungeheuren Resistenz der Eierschalen entspricht.

Bei der Sektion von Hühneruteris fand ich in dem Teil, wo die Schwammschicht gebildet wird, Eiweißkörperchen von der

Größe eines Hirsekorns. Im Anschluß hieran möchte ich noch darauf aufmerksam machen, daß ich nur gelegentlich bei Sektionen an dem Eileiter Beobachtungen angestellt habe. Histologische Untersuchungen habe ich aber nicht vorgenommen, da mich dies zu weit geführt hätte. Es ist dies auch der Grund, weshalb ich über die Genese der verschiedenen Schichten der Eischale keinen ausführlichen Bericht erstatte, sondern nur Gelegenheitsbefunde registrierte.

Auf die Durchsichtigkeit oder Undurchsichtigkeit der Schwammschicht, die bei den einzelnen Eierarten von großer systematischer Bedeutung ist, komme ich im speziellen Teile zurück.

Das bezüglich der Durchsichtigkeit oder Undurchsichtigkeit unter dem Abschnitt „Mammillenschicht“ Gesagte gilt auch für die Schwammschicht. Letztere ist durchsichtig z. B. bei Aepyornis, Struthio, Rhea, Cygnus u. a., undurchsichtig bei Fulica, Colymbus, Podiceps, Larus, Alca, Oscines u. a.

Auf den Radialschliffen erscheint die Schwammschicht quergestreift und nur bei einzelnen Präparaten, z. B. von Struthioniden und Raptatores, erkennt man auch eine undeutliche Längsstreifung.

Betrachtete ich aber die Präparate mit dem Polarisations-Mikroskop, dann fand ich eine, wenn auch grobe und nicht besonders scharf markierte Längsstreifung. Diese Erscheinung hängt mit dem kristallinischen Aufbau der Eischale zusammen. Kelly (13. p. 486) hat gefunden, daß diese Längsstreifung veranlaßt wird durch Kalkprismen, die parallel zu einander und zur optischen Achse stehen und vorzugsweise kohlensauren Kalk enthalten. Herr Dr. Uhlig, Privatdozent und 1. Assistent am mineralogischen Institut der Universität Bonn, hatte die Güte, mich bei meinen Untersuchungen zu unterstützen, soweit es sich um Vorgänge handelte, die auf dem Gebiete der Kristallographie liegen. Er bezeichnete die in der Schwammschicht gelagerten Kalkprismen als Kalkspat, der sich optisch negativ einachsig verhält und eine ziemlich kräftige Doppelbrechung besitzt.

Ich will mich begnügen, nur kurz auf diese Beobachtungen meinerseits hinzuweisen, sicherlich würden weitere Untersuchungen vom Standpunkte der Kristallographie aus wertvolle Aufklärungen zur Genese der Eischale bringen.

Ich habe durch Behandlung der Eischale mit Salpetersäure und nachheriger Beschickung der Lösung mit Molybden-Lösung

den phosphorsauren Kalk aus der Eischale gewonnen. Es traten nämlich bei Anwendung der vorgenannten Reagentien schöne Mikrokristalle auf, welche die typische Kristallisationsform des phosphorsauren Kalkes besaßen.

Die Cuticula. (Siehe Fig. p. 18.)

Die Cuticula oder Oberhaut oder Oberhäutchen ist die äußerste Schicht der Eischale. Sie wurde zuerst von Baudrimont und Martin Saint-Ange (p. 242) (zit. n. Blasius) beschrieben und von diesen als oberflächliche porenlose Epidermismembran bezeichnet.

Dickie (zit. n. Blasius 5. p. 69) spricht von einer äußeren Epithelschicht.

Von Wittich (49. p. 213) machte den Versuch, durch Einreibung von Schimmelpilzen auf die Eischale die Durchlässigkeit der Cuticula für Pilze zu beweisen. Auf diese Art wollte er die Porosität dieser Schicht dartun im Gegensatz zu Baudrimont und Martin Saint-Ange. Durch Messungen ermittelte v. Wittich angeblich den Durchmesser der kleinsten Porenöffnungen auf 0,038—0,054 mm.

Blasius (5. p. 22) berichtet über die Bildung der Cuticula folgendes: „Die erste oberflächliche Schicht der Eischale, die Oberhautschicht, wird wohl gegen Ende des Aufenthaltes im Uterus und in der Vagina und Kloake durch Sekretion der Schleimhaut gebildet.“ Nach meiner Ansicht werden Vagina und Kloake allerdings aus anatomisch-physiologischen Gründen nicht beteiligt sein. Blasius teilt mit (5. p. 19), daß es öfters nicht gelingt, bei kleineren Singvögeln eine Oberhautschicht nachzuweisen.

Nasse's Ansicht (zit. n. Blasius), sie verdanke ihre Entstehung hauptsächlich dem Umstande, daß die zuletzt abgelagerten Kalkmassen eine größere Menge organischer Substanzen enthielten, mag zum Teil richtig sein. Es muß aber auch eine ganz kalkfreie Sekretion stattfinden.

Landois (18a. p. 5) äußert sich bezüglich der Cuticula folgendermaßen: „Der Name Oberhaut für diese Schicht ist nicht passend gewählt, weil von einer zelligen Struktur derselben keine Rede sein kann. Auch muß es entschieden in Abrede gestellt

werden, daß bei allen Eischalen eine solche Oberhautschicht vorkommt. Die Oberhaut ist siebartig mit kleinen Löchern durchbrochen, sonst strukturlos. Bei Enten, Tauchern und Wasservögeln soll sie mit Fett durchtränkt sein." Bei Podiceps will Landois (18a p. 8) besonders eigentümliche siebartige Gebilde in der Oberhaut entdeckt haben.

Von Nathusius (26a. p. 239) spricht von Eiern, die statt des Oberhäutchens nur eine starke Pigmentschicht zeigen, welche weich ist und sich abreiben läßt, wenn die Eier frisch gelegt sind. Bei solchen Eiern dringt diese Pigmentschicht bei einem Teile der Porenkanäle tief ein. Bei den Möveneiern (p. 240) tritt das Oberhäutchen so in den Hintergrund, daß es an Radialschliffen gar nicht mit Bestimmtheit nachweisbar ist. Auch bei einem wohlkonservierten Ei von Uria troile (L.) war ein Oberhäutchen nicht nachweisbar, ebenso beim Elsternei sah ich (v. Nathusius) nur einen ganz zarten Saum.

Seidlitz (37. p. 29) meint, daß die Oberhaut bei den verschiedenen Spezies große Mannigfaltigkeit in der Entwickelung zeige. Er erwähnt auch, daß die Oberhaut eine Schicht sei, die verschiedenen Eiern fehle.

Poppe (27. p. 216 und 217) hat neuerdings den Beweis erbracht, daß die Eischale und somit auch die Cuticula für bestimmte Bakterien von außen her durchgängig ist.

Die Cuticula stellt nach meinen Untersuchungen eine strukturlose Membran dar und überzieht die äußere Fläche der Eischale. Farbstoffe kommen häufig in derselben vor. Sie ist bei den verschiedenen Arten mehr oder weniger stark entwickelt. Öffnungen vermochte ich in der Cuticula nicht nachzuweisen. Bemerkenswert ist noch, daß die Porenkanäle die Cuticula nicht durchdringen, sondern nur in der Schwammschicht verlaufen.

Die Cuticula fand ich sehr stark ausgebildet: z. B. bei Pelecanus crispus Bruch, Spheniscus demersus L., Podiceps cristatus L.

Gut entwickelt: z. B. bei Gallus domesticus L., Anser anser (L.), Cygnus cygnus (L.) und Cygnus olor Gmel., Lagopus mutus Leach, Colymbus septentrionalis L.

Etwas schwächer entwickelt: z. B. bei Mergus serrator L., Pernis apivorus L., Buteo buteo (L.), Falco peregrinus Tunst, überhaupt bei den Raptatores, ferner bei Tinamus tao Temm, Fulmarus glacialis (L.).

Schwach ausgebildet zumeist nur als eine Art Pigmentschicht:

z. B. bei den Oscines, Laridae, Alcidae, Numenius phaeopus L., Fulica atra L., Crex crex (L.)

Sehr schwach entwickelt und kaum nachweisbar: z. B. bei den Strigidae und Picidae.

Die Cuticula fehlt bei Aepyornis spec., Struthio, Rhea und deren Varietäten; ferner bei Dromaeus novae-hollandiae Lath. und Casuarius galeatus Bonn.

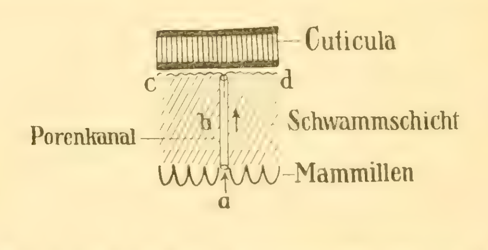
Die Dicke der Oberhaut unterliegt aber selbst bei derselben Art gewissen Schwankungen, wie ich mich durch Besichtigung einer größeren Anzahl von Hühnereiern, namentlich von solchen Rassen, die gelbgefärbte Eier legen, überzeugen konnte. Erscheinen die Eier poröser, so ist die Oberhaut geringer entwickelt, ist das Ei glatt, so ist die Oberhaut gleichmäßig entwickelt und gut gebaut. Für die Glätte der Eischale kommt aber auch noch die Entfernung der einzelnen Mammillen von einander in Betracht, was schon unter dem Abschnitt Mammillenschicht erwähnt ist. Ein Ei, das als sehr porös bezeichnet wird, ist das von Fulmarus glacialis (L.). Bei dieser Art müßte mit Rücksicht auf die biologischen Verhältnisse die Oberhaut gut und stark ausgebildet sein. Wie ich mich aber durch Ablösung der Cuticula von der Schwammschicht auf chemischem Wege überzeugte, ist die Oberhaut sehr dünn, und die Entfernungen von dem Mammillenendigungen untereinander sind bedeutend. Es läßt sich also keine bestimmte Regel konstruieren über glattschalige und poröse Eier unter Berücksichtigung des Baues der Oberhaut und der Mammillen.

Die Porenkanäle und die Osmose.

Die Porenkanäle sind Leitungsröhren, die den Gasaustausch zwischen dem Eiinnern und der Außenwelt besorgen. Sie nehmen zwischen den Lücken der Mammillen an der Stelle ihren Anfang, wo die Mamillenschicht in die Schwammschicht übergeht, durchziehen die Schwammschicht und münden vor der Cuticula. Die Verteilung der Porenkanäle vollzieht sich nicht so, daß zwischen je zwei oder vier Mammillen regelmäßig Kanäle vorkommen. Vielmehr sind sie etwas unregelmäßig verteilt und können bei derselben Eierart in Abständen von 8, 16 usw. Mammillen stehen. Beachtenswert ist, daß die Porenkanäle, wie ich durch eingehende Untersuchungen festgestellt habe, die Cuticula nicht durchziehen.

Der Beweis hierfür ist mir durch Experimente gelungen, die ich nachstehend schildern werde.

Nimmt man trockene Eierschalen — feuchte Schalen eignen sich nicht zu diesen Versuchen — und tropft auf die Innenfläche der Eischale, die von der Schalenhaut vollständig befreit sein muß, alkoholische Lösungen von Safranin, Karbolfuchsin, Giemsa's Lösung u. a., dann dringt die Farblösung in den Porenkanal ein und verteilt sich in demselben. Auf Grund dieser Färbungen fand ich, daß der Porenkanal eine gleichmäßig gebaute Röhre mit rundem oder ovalem Querschnitt sein muß und nicht ein unregelmäßig eingesparter Lückenraum. Die kleine Skizze gibt wohl am besten ein Bild davon, wodurch weitere umständliche Beschreibungen dieser Porenkanalfärbungsversuche vermieden werden können. Die Farblösung ist bei a eingetreten, durchläuft den Porenkanal b im Verlaufe der Schwammschicht, biegt



dann aber nach c und d aus, woraus hervorgeht, daß der Porenkanal vor der Oberhaut endigt und nicht mehr diese durchzieht. Besonders gut konnte ich letzteres feststellen bei den Eiern von Podiceps und Pelecanus, weil sich bei diesen Eiern die Cuticula von der Schwammschicht im mikroskopischen Bilde deutlich und genügend groß abhebt. Freilich färbt die Farbstofflösung, nachdem sie in scharfer Linienführung den Porenkanal durchzogen hat, auch die vorgelagerte Cuticula, sodaß ein flüchtiger Beobachter auf den Gedanken kommen könnte, es handele sich um eine die Cuticula durchziehende Porenkanalfärbung. Bei aufmerksamer Betrachtung aber findet man, daß es nur eine diffuse Färbung der Cuticula ist, die darauf beruht, daß der überschüssige Farbstoff von der Cuticula aufgesogen wird. Es wirkt also die Cuticula in dieser Beziehung wie ein Löschblatt, das Tinte in sich aufnimmt. Die Porenkanalfärbung bietet dagegen große Schwierigkeiten bei frischen Eiern. Sie wird wohl physikalisch darauf beruhen, daß die Porenkanalwandungen beim frischen Ei

oder bei feuchter Eischale sich in einem bestimmten Quellungszustande befinden. Schickt man dann noch durch die Porenkanalwandungen wässerige Farbstofflösungen, so wird der Quellungszustand erhöht, und daher resultiert wohl die Undurchdringlichkeit der Kanäle für wässerige Lösungen. Das umgekehrte Ziel wird durch Alkohol erreicht, der entwässernd wirkt und den Quellungszustand herabsetzt.

Von Nathusius hat durch Versuche (26a. p. 238) angeblich gefunden, daß die Cuticula beim Ei von Struthio z. B. ein Hindernis an der äußeren Mündung der Porenkanäle darstelle, wodurch der Durchgang des Wassers, und wenn die Schale feucht sei, auch der Durchtritt der Luft ausgeschlossen sei. Diesen Äußerungen muß ich aber entgegenhalten, daß ich die Eier der Struthioniden als oberhautlos ermittelt habe und außerdem auch leicht alkoholische Lösungen in der Richtung von der Eioberfläche nach dem Eiinnern zu durch die Porenkanäle hindurchschicken konnte.

Mit alkoholischen Karbolfuchsinlösungen ist es mir sogar gelungen, die Porenkanäle von Eiern der Oscines zu färben. Der Bau der Porenkanäle variiert je nach der Vogelspezies. Als einfache Röhren verlaufen die Kanäle bei den Eischalen der Carinaten, in gegabelter oder verzweigter Röhrenform bei den Ratiten.

Besonders schwierig ist es, die Porenkanäle auf Schliffpräparaten darzustellen. Dies kommt daher, weil die Farbstoffe, welche die Porenkanäle in den Totalpräparaten sehr schön gefärbt hatten, durch den energischen Schmirgelprozeß und durch die intensive Verwendung von Wasser wieder ausgewaschen werden. Die besten Resultate erzielte ich in dieser Richtung noch mit Karbolfuchsinfärbungen. Versuche, die ich mit in Wasser unlöslichem Methylenblau angestellt habe, ergaben keine befriedigenden Präparate, da dieser Farbstoff die Porenkanalwandungen nicht reichlich genug färbte. Konzentriertere Farbstofflösungen dieses Präparates passierten aber die Porenkanäle nicht.

Unter mehreren hundert Präparaten meiner Schliffsammlung finden sich nur wenige vor, die den ganzen Verlauf der Porenkanäle erkennen lassen. Dies beruht darauf, daß die Porenkanäle nicht in einer bestimmten Schliffebene dahinziehen, sondern zumeist geschlängelte Formen annehmen. Ganz eigenartig verhalten sich auch die Porenkanäle gegenüber Bruch- und Druck-

wirkungen. Versucht man, ein größeres Stück der Eischale, bei dem man die Porenkanäle gefärbt hat, so zu brechen, daß man in einzelnen Bruchstücken möglichst viele Porenkanäle erhält, dann kann man beobachten, daß die Bruchstellen bei 80 Prozent der Kanäle etwa nicht diese durchziehen, sondern an den Kanälen vorbeilaufen. Dieser sonderbare Zustand mag vielleicht daher kommen, daß die Eischale an den Stellen, die die Porenkanalmündungen umgeben, besonders stark gebaut ist.

Um mich von der Durchdringungsfähigkeit der Eischale für Lösungen bezw. Gase zu überzeugen, machte ich verschiedene Versuche.

Frisch gelegte Hühnereier wurden mit dem Eierbohrer ausgeblasen. Dann wurden die leeren Eierschalen, die nur ein Bohrloch aufwiesen, je zur Hälfte des Eiinhaltes mit Kochsalzlösungen in verschiedenen Konzentrationen von 0,75 %, 1 %, 5 %, 10 % und 15 % beschickt. Schließlich wurden die Bohrlöcher mit Kollodiumlösung geschlossen. In Spitzgläsern wurden die Eier mit dem spitzen Pol, an dem sich auch das Bohrloch befand, mit der Richtung des Bohrloches nach oben aufgestellt. In das Spitzglas wurde neutrales destilliertes Wasser eingefüllt, jedoch nur reichend bis zur halben Höhe des Eies, also dem Eiäquator. Nach 12 bis 24 Stunden wurden die Proben von dem destillierten neutralen Wasser entnommen und mit Argentum nitricum-Lösung geprüft, ob etwa Kochsalzlösung inzwischen diffundiert sei. Es zeigte sich aber in allen Fällen, daß von dem Eiinnern nach außen, d. h. in das Wasser, keine Kochsalzlösung eingedrungen war. Das destillierte Wasser ergab nämlich bei Zusatz der Argentum nitricum-Lösung keine milchige Trübung, wie dies bei Anwesenheit von Kochsalz der Fall ist (Bildung von Chlorsilber), sondern es blieb klar. Ganz überraschend kam es mir vor, daß auch nicht einmal die physiologische Kochsalzlösung diffundiert war. Auch bei umgekehrter Anordnung der Versuche, d. h. Eiinneres mit destilliertem Wasser gefüllt, Umgebung des Eies, also Inhalt des Spitzglases, Kochsalzlösung, konnte ich keine Diffusion feststellen. Nach diesen Versuchen kam ich zu der Überzeugung, daß die Diffusionsvorgänge bei den Eiern sich nur in gasförmigem Zustande abspielen.

Nun war die Frage noch zu beantworten, ob denn auch Gase die Eischale durchdringen, wenn diese sich in feuchtem Zustande befindet. Da die Frage besonders für das Podiceps-Ei

von Bedeutung war, stellte ich mit solchem Experimente an. Die Anordnung dieser Versuche brauche ich nicht mehr besonders zu schildern, da sie analog den Versuchen sind, die ich mit Kochsalzlösung angestellt habe. Nur nahm ich statt Kochsalzlösung eine Schwefelwasserstofflösung und an Stelle des destillierten Wassers Bleiacetatlösung. Nach mehreren Stunden vermochte ich nun an den so behandelten Eischalen punktförmige Schwarzfärbungen festzustellen, die genau den Porenkanalmündungen entsprachen. Die Schwarzfärbung zeigte mir an, daß sich Schwefel und Blei zu Schwefelblei verbunden hatten. Es mußte also der Schwefelwasserstoff in gasförmigem Zustande diffundiert sein, trotzdem die Eischale in wäßriger Lösung lag. Hiermit ist bewiesen, daß für den Atmungsprozeß bei den bebrüteten Podiceps-Eiern die feuchte Nestumgebung nicht hinderlich ist. Nicht vergessen darf ich, eine Eigenheit der Porenkanäle bei den Podiceps-Eiern hervorzuheben, die darin besteht, daß die Kanäle für dieses Ei im Verhältnis zu seiner Größe außerordentlich dick und breit sind. Dieser Umstand mag für den Gasaustauch bei der Bebrütung der Podiceps-Eier besonders wichtig sein.

Der im Laufe der Bebrütung eintretende Austrocknungsprozeß, der prozentual eine starke Abnahme des Wassergehaltes der Eischale bedingt, ist auch für die Porenkanäle von hohem Werte. Durch das Eintrocknen werden nämlich die Wandungen der Porenkanäle dünner, und das Kanallumen vergrößert sich. Dehnt sich aber das Kanallumen aus, dann ist auch die Luftzu- und -Abfuhr für den Embryo eine leichte und bequemere. Daß die Porenkanäle bebrüteter Eier wegsamer sind als die von unbrüteten, konnte ich feststellen bei Porenkanalfärbungen. Es zirkulierte nämlich die Farblösung schneller in den Kanälen der bebrüteten Eier.

Die Färbung.

Man muß unterscheiden zwischen dreierlei Arten von Färbungen der Eischale:

1. der Grundfärbung,
2. der Färbung innerhalb der Kalkschale selbst in Form von dicken, färberisch stark hervortretenden Flecken,
3. der Oberflächenfärbung, z. B. die Braunfärbung bei Eiern von Buteo und Pernis, die Schwarzfärbung bei Eiern von Lagopus mutus, die Tüpfel bei den Eiern der Oscines usw.

1. Unter Grundfärbung versteht man die weiße, durchgehende, totale Färbung bei manchen Hühnereiern, die gelbliche bei Eiern von Cochinchinahühnern, die grünliche bei Buteo-Eiern usw. Besonders deutlich kann man nach Abzug der Schalenhaut und Betrachtung des Eischaleninnern diese Grundfärbung feststellen.

Rey (30) hat in allen Kapiteln vorgenannten Buches dieser Grundfärbung eine bedeutende Rolle zugewiesen und systematisch dieses Prinzip bei der Einteilung von Vogeleiern als erster praktisch durchgeführt.

2. Färbungen innerhalb der Kalkschale sind häufig bei Eiern von Colymbus, Alca, Larus, Pandion u. a. Über die Lagerung dieser Flecken und Pigmentstreifen bei den einzelnen Vogeleiern konnte ich mich am besten durch die von mir hergestellten Radialschliffe orientieren. Diese Flecken durchziehen vornehmlich die Schwammschicht und niemals die Mammillenschicht, was z. B. von Nathusius (26 m. p. 297) bei Crotophaga ani L. gesehen haben will. Bei manchen Möveneiern fand ich z. B. viele dieser Flecken an der tiefsten Stelle der Schwammschicht, also direkt über der Mammillenschicht gelagert. Makroskopisch sah ich teilweise diese Flecken an der inneren Fläche der Eischale am besten nach Ablösung der Schalenhaut und Einlegen der Eistücke in klares Wasser. Bei Betrachtung der äußeren Fläche der Eischale tritt die Fleckung häufig ohne weiteres zu Tage, mitunter ist es aber auch nötig, vorerst die Oberhaut durch Salzsäure zu entfernen. Ein Radialschliff von Gyps fulvus Gmel. mit einem Durchmesser von 0,38 mm ohne Schalenhaut gemessen, zeigt deutlich, daß die Flecken in verschiedener Höhe in der Schwammschicht vorkommen. So finden sich diese Flecken bei diesem Stück z. B. in einer Höhe von 0,12 und 0,19 von der Schalenhaut aus gerechnet vor. Besondere Beachtung verdient, daß die Fleckenfärbungen querstreifenförmig und nicht in Form von Längsstreifen auftreten.

3. Über die Art der Oberflächenfärbung hat man sich eine Reihe von Vorstellungen gemacht, die nicht ganz richtig sind. So erwähnt Blasius (5. p. 23) folgenden Fall: „Ein auf dem Nest gefangenes Weibchen von Falco subbuteo L., das bekanntlich rotbraune Eier legt, hatte im Uterus ein rein weißes Ei mit vollständig gebildeter Kalkschale. Blasius sagt nun, da das Pigment wahrscheinlich nur aus Gallefarbstoffen besteht, und diese am leichtesten durch die Faeces in der Kloake mit der Eischale in Berührung kommen,

so würden diese als Entstehungsart der Färbung wohl am meisten Wahrscheinlichkeit für sich haben.“

Vorstehende Ansicht, die Blasius (5. p. 23) vertrat, halte ich für unrichtig und folgende Erklärung meinerseits möge hier vorgebracht sein. Man hat häufig weibliche Vögel geschossen, die in der Vagina und in der Kloake ungefärbte Eier oder richtiger gesagt, Eier ohne Oberflächenfärbung enthielten. Denkt man an die Funktion des Uterus oder an Analogien, z. B. Schwarzfärbung der Uterusschleimhaut, wie ich sie manchmal bei trächtigen Schafen gesehen habe, ferner an die Absonderung von Gallefarbstoffen bei gebärenden Hunden, so muß man doch annehmen, daß sich auch die Oberflächenfärbung bei Vogeleiern im Uterus vollzieht, wenn auch im untersten Teile desselben. Die physiologischen Aufgaben der Vagina und der Kloake sind auch ganz andere und haben mit Bildungsvorgängen an der Leibesfrucht nichts zu tun. Wenn man also geschossene oder gefangene Vögel mit Eiern ohne Oberflächenfärbung in der Kloake oder Vagina vorgefunden hat, so handelte es sich um sogenannte Abortiveier. Darunter versteht man Eier, die vorzeitig durch die Einwirkung zu früher Wehen ausgestoßen sind. Solche Wehen können hervorgerufen sein durch Schreckwirkungen, wie solche veranlaßt werden durch Vorgänge bei dem Einfangen oder dem Abschießen der Vögel.

Rey (30. p. 337) hat festgestellt, und das kann ich durch Beobachtung in zwei Fällen bestätigen, daß man bei der Sektion von geschossenen Vögeln zumeist das Ei nicht mehr an derjenigen Stelle vorfindet, wo es sich noch kurz vor dem Momente des Todes befand. Es zeigte sich nämlich in den Fällen, bei denen ein Schrotkorn durch das Ei gegangen war, daß das zertrümmerte Ei an einer viel höheren Stelle im Eileiter lag, als wo dieser selbst die Schußverletzung aufwies.

Die großen Irrtümer, die sich im Laufe der Jahre in der Literatur über die Eioberflächenfärbung eingeschlichen haben, veranlassen mich, noch etwas mehr auf diesen Punkt einzugehen.

Weiße Eier von Buteo und Pernis sind sehr gesucht, und deshalb haben sich von jeher die Oologen mit der Entstehungsgeschichte abnorm gefärbter Eier befaßt. Derartige Eier, die weiter nichts darstellen als oberhautlose Eier und nicht nur bei Buteo und Pernis vorkommen, sondern bei den verschiedensten Vogelarten, sind bekannt unter dem Namen „bleich- und grünsüchtige“ Eier.

Wiese (48. p. 73—82) registriert eine Reihe von Fällen über Bleich- und Grünsucht in einer Arbeit und erklärt, daß diese Eier durch mangelhafte Ernährung oder durch gewisse Entkräftung der Vögel infolge zu vielen Eierlegens oder kalter Witterung während des Eierlegens bedingt sind.

Interessant ist auch die von Wiese in derselben Arbeit mitgeteilte Beobachtung, daß bei Witterungsumschlag und Eintreten von trockenem Wetter wieder normal gefärbte Eier gelegt werden. Vielleicht mögen auch Stoffwechselstörungen bei der Produktion solcher Eier einwirken.

Nach Wiese führe ich nunmehr eine Reihe von Fällen an:

I. Grünsucht.

Aquila pomarina Brehm, Buteo buteo (L.),
Milvus milvus (L.), Accipiter nisus (L.),
Corvus cornix L., Turdus musicus L. 1766,
Vanellus vanellus (L.), Machetes pugnax (L.),
Sterna macrura Naum., Sterna hirundo L.,
Larus ridibundus L., Larus canus L.,
Pernis apivorus L.

II. Bleichsucht.

Anthus pratensis (L.),
Acanthis cannabina (L.),
Passer montanus (L.),
Troglodytes troglodytes (L.),
Parus major L.,
Aegithalus caudatus (L.).

Im Gegensatze zu den grün- und bleichsüchtigen Eiern kommen nach Wiese noch rotsüchtige vor. Wiese hält diese Erscheinung für eine individuelle Eigentümlichkeit des Weibchens, oder aber auch für ein Zeichen von Kraftfülle, die mit dem Alter zunehmen kann. Er gibt folgende Fälle an:

III. Rotsucht.

Pandion haliaëtus (L.),
Turdus musicus L. 1766,
Totanus calidris (L.),
Astur palumbarius (L.),
Circus pygargus (L.),

Saxicola oenanthe (L.),
Upupa epops L.

R. von König-Warthausen (14a. p. 180—181) registriert folgende Ausnahmen in der Färbung.

1. Achromie, das ist das Ausbleiben der Färbung. Entweder bleiben sowohl Grund- als auch Oberflächenfärbung völlig aus — Leuzismus — oder nur eine von beiden fehlt, sodaß Halbleuziten entstehen.

2. Melanismus, eine tiefe Verdunkelung als Gegensatz zum vorigen Fall, indem einfarbige Eier mehr oder weniger schwarz, grünbraun gefleckt oder wie mit Graphit eingerieben erscheinen, z. B. bei Enten und Moorhühnern.

3. Erythrismus = Rotfärbung und

4. Cyanismus, indem solche Eier, deren gewöhnliche Färbung aus verschiedenen bräunlichen Tönen besteht, in den Extremen lebhaft rötlich oder schön blaugrün werden. Das Rot sieht von König als Steigerung, die grüne oder blaue Verfärbung als Abschwächung der Normalfarbe an.

Mein Bestreben war, die Verhältnisse dieser abnormen Färbungen durch Experimente zu klären. Ich will darüber in den nachfolgen Zeilen berichten.

Durch vorsichtige Behandlung der Eischale mit einem in eine Salzsäurelösung getauchten Pinsel glückte es mir, in vielen Fällen Eier ohne Cuticula bezw. bleich- oder grünsüchtige Eier z. B. bei Falco tinnunculus L, bei Corvus cornix L. und bei Passer domesticus (L.) darzustellen.

Wicke (46 p. 393 usw.) spricht von zwei Farbstoffen:

1. gallengrün,
2. gallenbraun.

Befaßt man sich nicht physiologisch-chemisch weiter mit der Eifärbungsfrage, dann kommt man bei den Untersuchungen auch nur auf zwei Grundfarben, nämlich eine grüne und eine braune. Wenn ich die Eier von Falco tinnunculus L., die eine rotbraune Oberflächenzeichnung besitzen, mit Mineralsäure betupfte, löste sich die rotbraune Cuticula unter Umwandlung in eine Grünfärbung ab. Denselben Vorgang verfolgte ich bei Eiern von Pandion haliaëtus (L.), Buteo buteo (L.), Pernis apivorus L. u. a. Setzte ich aber z. B. die Eischale von Pandion haliaëtus (L.) einer kochenden 2 bis 5 prozentigen Kalilaugelösung einige Minuten

aus, dann löste sich der Farbstoff, der bei der Oberflächenfärbung in Betracht kommt, unter Beibehaltung des roten Farbentones in der Flüssigkeit auf.

Da es Eier gibt, die bald braunrot, bald grün an Grundfarbe sind und von Weibchen derselben Art gelegt werden können, wird das Problem der Eioberflächenfärbung noch komplizierter. Bau (3a. p. 287) sagt folgendes über die Eier von Lanius collurio L., wo bald braunrote, bald grüne Färbung auftritt: „Eier auf gelblich oder grünlich weißem Grunde hell olivenbraun gefleckt und aschgrau punktiert, sollen von jüngeren Weibchen stammen, die rötlichen von älteren. Vertreter für solche Eierarten, die bald braunrote, bald grüne Grundfarbe aufweisen, sind außerdem: Fringilla coelebs L., Anthus trivialis L., Sylvia hortensis Bechst., Sylvia atricapilla L.

Eine Antwort auf die Frage, worauf wohl diese bei derselben Vogelart vorkommende abweichende Grund- bezw. Oberflächenfärbung beruht, vermag ich nach meinen Untersuchungen nur in folgendem Sinne zu geben. Sicherlich kommen für diese Färbungsvorgänge die Reaktion des Uterusschleimes und die Intensität der Absonderung der Gallenfarbstoffe in erster Linie als Faktoren in Betracht. Auf diesen Gedanken bringt mich vor allem die aus der Medizin bekannte Umkehr der Reaktion bei Katarrhen, ferner die Beobachtung von Wiese an bleichsüchtigen Eiern bei Witterungswechsel und das Verhalten der gefärbten Eioberfläche bei Falco tinnunculus L. und Corvus cornix L. bei Behandlung mit sauren und alkalischen Lösungen. Daß dies eventl. nur Vermutungen über die Eifärbungsentstehung sind, muß ich besonders hervorheben. Ist es doch bis dato nicht gelungen, eine plausible Erklärung für die außerordentlich abweichende Färbung bei den Cuculus-Eiern zu geben.

Welche Bedeutung die Aufnahme bestimmter Nahrungsstoffe für die Eifärbung hat, kann vorläufig auch nur vermutet werden.

Besonders interessant wären noch Untersuchungen über die Entstehung des farbigen Kranzes an dem stumpfen Eipole z. B. bei den Eiern von Lanius collurio L. und bei Cuculus canorus (L), wenn man das erforderliche frische Material beschaffen könnte. Die Aufmerksamkeit der Forscher hierauf zu lenken, halte ich für besonders nötig und deshalb habe ich mich auch in einem früheren Kapitel etwas eingehender mit der Lage des stumpfen Eipoles bei der „Geburt“ beschäftigt.

Bei den von mir vorgenommenen Untersuchungen an den Schliffen habe ich gefunden, daß dieser farbige Kranz z. B. bei Lanius collurio L. die Schwammschicht nicht durchdringt, sondern nur in der Cuticula gelagert ist.

In der Regel sind die zuletzt gelegten Eier eines Geleges heller gefärbt, und man nimmt an, daß dies auf einer Erschöpfung der Pigmentstoffe des Tierkörpers beruhe. Indessen ist aber auch zu beachten, daß man oft bei Gelegen das Umgekehrte sehen kann, nämlich stärkeren Farbenton der zuletzt produzierten Eier.

Sorby hat sich in einer größeren Abhandlung (38 p. 351/365) mit dem Problem der Eischalenfärbung beschäftigt. Er kommt zu dem Ergebnis, daß sieben feinere Farbentöne in Betracht kommen, darunter Oorhodeïne = bräunlich-bräunlichrot, Oocyan = blau, Ooxanthin = gelb, außerdem noch bläuliche, rötliche und gelbliche Stoffe.

M' Aldowie (1. p. 225/237) nimmt an, daß die Eifarben nur Schattierungen bezw. Kombinationen von rot, grün und schwarz sind.

Krukenberg (16. p. 111) fügt noch eine Reihe von anderen Farbstoffen den von vorgenannten Autoren erwähnten Farbenskalen hinzu, so z. B. das Oocyanin = Biliverdin (p. 116), das Oochlorin (p. 118), das Oorhodeïn (p. 111) usw., doch gehören diese Untersuchungen mehr in das Gebiet der physiologischen Chemie.

Wickmann (47 b. p. 62) streift in seiner Dissertation ebenfalls die Farbstoffe der Eischale, indessen sind seine Untersuchungen nur von geringer Bedeutung.

Meine Ansicht, daß es sich bei allen Farben-Nuancen wahrscheinlich nur um höher oxydierte Gallenfarbstoffe handelt, bestätigen die Untersuchungsergebnisse von Schädeler (z. n. Bronn 7 p. 878), der folgende gallenfarbstoffartige Pigmente fand:

Bilirubin $C32H18N2O6$
Bilifuscin $C32H20N2O8$
Biliverdin $C32H20N2O10$
Biliprasin $C32H22N2O12$

Bilihumin, eine schwarze, unlösliche, stark oxydierte Substanz. Die Zusammensetzung des Bilirubins ist dieselbe, wie die des Blutfarbstoffes = Haematoidins nach Munk. Setzt man Bilirubin, das der Galle die gelbbraune Färbung verleiht, der Luft aus, so oxydiert es schnell und verwandelt sich in einen grünen Farbstoff, nämlich das Biliverdin.

Meirowsky (24. p. 110) hat neuerdings in einer bahnbrechenden Arbeit „Über den Ursprung des melanotischen Pigments der Haut und des Auges“ die Theorie von der Abstammung des menalotischen Pigments aus Blutfarbstoff oder Blutplasma in etwa bekämpft, läßt aber die Möglichkeit der Pigmententstehung aus dem Blutfarbstoff bestehen. Meirowsky sagt, daß das Pigment ein Produkt des Eiweiß-Moleküls sei und die Muttersubstanz des Pigments in einer färberisch differenzierbaren Kernsubstanz zu suchen sei. Die Substanz, die Meirowsky als pyrenoide Kernsubstanz bezeichnet, stellt nach ihm eine Vorstufe des Pigments dar. Damit aus ihr Pigment werde (24. p. 110), muß noch ein Plus, ein Agens hinzukommen, das für die Pigmentbildung spezifisch ist. Dieses Agens ist ein Ferment.

B. Spezieller Teil.

Mitteilungen über das Arbeitsmaterial und die Meßmethode.

Meine Untersuchungen erstrecken sich auf Eier der verschiedensten Vogelgruppen. Je nach dem vorhandenen Material stellte ich zumeist Radial- und Tangentialschliffe sowie Totalpräparate je eines Eies dar. Daß ich nicht sämtliche in einer bestimmten Vogelgruppe, z. B. Wasservögel, vertretenen Spezies bearbeitete, liegt an dem Mangel an Material zweiter Qualität, also zerbrochenen Eiern. Um eine bestimmte Gruppe lückenlos bearbeiten zu können, hätte ich eine Reihe tadelloser Eier meiner Sammlung zerbrechen müssen, was bei dem großen Wert dieser Eier in keinem Verhältnis zu dem Ergebnis der Untersuchungen gestanden hätte, da mikroskopisch differente Merkmale zwischen einzelnen Spezies derselben Gruppe mit Ausnahme von Dickenmessungen kaum in Betracht kommen.

Hiermit soll aber nicht gesagt sein, daß ich wenig Versuchsmaterial gehabt hätte. Im Gegenteil, ich war reichlich damit versorgt. Ich konnte nicht nur das aus meiner Sammlung stammende Eiermaterial zweiter Qualität zu meinen Versuchen heranziehen, sondern ich erwarb auch aus der Naturalien-Handlung von W. Schlüter in Halle eine Menge defekter Eier. Außer-

dem erhielt ich Material von folgenden Herren: Geheimer Hofrat Prof. Dr. Blasius in Braunschweig, Direktor des Zoologischen Gartens Grabowsky in Breslau, Kommerzienrat Hagenbeck in Stellingen-Hamburg, Kustos Krause in Berlin, Amtsrat Nehrkorn in Braunschweig, J. Noelle in Cöln, Geh. Rat Prof. Dr. Reichenow in Berlin, Dr. le Roi in Bonn, Regierungs-Landmesser Schönwetter in Gotha, Dr. Wunderlich, Direktor des Zoologischen Gartens in Cöln u. a.

Allen diesen Herren sage ich für das überwiesene Material meinen besten Dank.

Die Messungen der Schalendicke auf den Radialschliffen habe ich mit dem Okularmikrometer von Zeiß vorgenommen. Die von mir angegebenen Zahlen sind stets das Mittel aus mehreren Messungen an verschiedenen Stellen desselben Radialschliffes. Daß natürlich bei denselben Eiern Schwankungen in der Schalendicke in bestimmten Grenzen vorkommen, setze ich als bekannt voraus. Man braucht ja nur an das Korn der Eischale, an die Höcker und Grübchen zu denken (von Nathusius 26m. p. 140), um zu der Überzeugung zu gelangen, daß die nachstehend angegebenen Messungen nur mittlere Zahlen darstellen können. Außerdem ist bei der außerordentlichen Schwierigkeit der technischen Bearbeitung der Eischale zu berücksichtigen, daß der Schliff nicht an allen Stellen eine gleichmäßige Dicke aufweist, wie dies bei einem durch das Mikrotom erhaltenen Schnitt der Fall ist.

Die Versuche von v. Nathusius, auf dem Wege der Tangentialschleifmethode Eier von Corvus cornix, frugilegus und corone zu identifizieren, muß ich nach eingehenden Nachprüfungen als verfehlt bezeichnen. Das gleiche gilt für den von v. Nathusius gemachten Versuch, die Eier von Crax alector L. und Crax rubra L. zu trennen. Der genannte Autor hat von den Eiern der erwähnten Vogelarten Tangentialschliffe hergestellt, eine Anzahl der Querschnitte der Mammillen mit dem Zeichenapparat gezeichnet und diese Querschnitte zahlenmäßig miteinander verglichen. Angeblich hat er nun z. B. die Querschnitte von Crax rubra L. (26n. p. 310) fast doppelt so groß gefunden wie bei Crax alector L. In einer Arbeit (26y. p. 268/269) „Zur Oologie der Rheaarten“ sucht v. Nathusius auch bei verschiedenen Serien von Mammillenquerschnitten bei Eiern von Rhea wiederum die Varietäten americana, darwini und macrorhyncha herauszufinden. Er bildet die Querschnitte der Mammillen von 6 Eiern ab, und zwar von jedem

Ei 9 Schnitte, hegt aber selbst Zweifel für seine Methode, indem er sagt: „Wir gelangen zu den Messungsergebnissen der Mammillenquerschnitte. Das Verfahren ist ein unvermeidlich kompliziertes. Es kann nur zur Ziehung von sogenannten irrationalen Durchschnittszahlen führen, es bleibt also eine ziemlich weite Fehlergrenze."

Von Nathusius hat den Fehler begangen, bei der noch unvollkommenen Schleiftechnik gleiche Schliffebenen für die von ihm gezeichneten Präparate anzunehmen. Keineswegs sind aber die Schliffebenen gleich gewesen, denn es ist ganz ausgeschlossen, daß man bei einem so spröden und ungleichmäßigen Material, wie es die Eischale darstellt, ganz bestimmte Teile abtrennen kann. Außerdem kann man bei der Schleifmethode nie Schliffe von ganz bestimmter Dicke erhalten. Die Feststellung von Größen in qmm für die Mammillenquerschnitte unter Annahme von mittleren Zahlen (26n. p. 1 - 26 und 26y. p. 106 — 108) so z. B. für corone mit 0,0097 qmm, Bastarde von corone-cornix mit 0,0087 qmm, frugilegus mit 0,0076 qmm, cornix mit 0,0071 qmm ist bedeutungslos, da diese Zahlenwerte als unterscheidende Kennzeichen zu geringwertig sind.

Das Resultat meiner Experimente in dieser Hinsicht ist also, daß man auf dem Wege der Schleifmethode und vor allem durch Vornahme von Tangentialschliffen nicht in der Lage ist, Eier von Corvus frugilegus L. bezw. corone L. bezw. cornix L. herauszufinden. Ebenso ist es nicht möglich, Eier von Crax alektor L. von Crax rubra L. zu unterscheiden und außerdem Rhea americana (L.) bezw. darwini Gould. bezw. macrorhyncha Sclat. durch die Tangentialschleifmethode zu diagnostizieren.

Um die genannten Eier richtig bestimmen zu können, ist man somit nach wie vor auf die Kenntnis des Nestes bezw. der Vögel selbst angewiesen in Verbindung mit den bisher schon in der Oologie benutzten macroskospischen Bestimmungsmethoden.

Landois (18a. p. 1 — 16) hat die Schalenhaut der Eier mit Säuren beseitigt und die Entfernung der Mammillenendigungen nach Färbung derselben mit Rosanilinnitrat für eine Reihe von Arten zahlenmäßig bestimmt. Außerdem hat er den Mammillendurchmesser gemessen. Abgesehen davon nun, daß die Mammillenabstände bei derselben Spezies nicht gleichmäßig sind, und so Maße nicht als konstante Größen aufgefaßt werden können, ist auch diese Methode der Bestimmung von Mammillendurch-

messern unrichtig. Man kann nämlich bei Ablösung der Schalenhaut durch Säuren oder Alkalien nicht ständig die Mammillenspitze treffen, sondern es wird vorkommen, daß der ganze Mammillenknopf mehr oder weniger angerissen wird. Es wird also der Mammillendurchmesser bei Messungen an demselben Ei verschieden ausfallen, und derselbe Fehler entstehen, wie er bei den Untersuchungen von v. Nathusius an den Tangentialschliffen aufgetreten ist. Daher muß ich die Ansicht von Landois als falsch bezeichnen, wenn er auf diese Weise systematische Unterscheidungsmerkmale konstruieren wollte.

Wenn daher Landois sagt: „Die histologische Unterscheidung der Eischalen kann nicht selten wesentlich zur Unterscheidung der Spezies beitragen. Die Eierschalen zeigen bei ähnlichem Bau doch eine so große Verschiedenheit in der inneren Struktur, daß ich nicht beanstande zu behaupten, es lasse sich jede Spezies durch die histologische Untersuchung ermitteln“, so kann ich auf Grund meiner Untersuchungsergebnisse im allgemeinen nicht beipflichten.

Zur Einführung schicke ich die Beschreibung eines Radialschliffes von Struthio camelus L. voraus. Die Mammillen weisen nach unten, d. h. in der Richtung nach der Schalenhaut hin knopfartige Verdickungen auf. Ich bezeichne sie als Mammillenknöpfe. Die Mammillen selbst besitzen einen säulenförmigen Bau, und im mikroskopischen Bilde erkennt man an den Mammillen eine Längs- und eine Querstreifung. Die Längsstreifung — die ich bei Beobachtung im polarisierten Lichte noch deutlicher sehen konnte — deutet darauf hin, daß es sich wirklich um einen kristallinischen Bau der Eischale handelt. Die Querstreifung läuft parallel der Schalenhaut. Die Dicke ist keineswegs bei jeder Mammille eine konstante Größe, sondern variiert natürlich. Auch kommen verzweigte Mammillen bei Struthio vor.

Deutlich sind die verzweigten Porenkanäle sichtbar, die die Schwammschicht durchziehen. Sie münden frei auf der Eioberfläche und sind nicht von einer Oberhaut überzogen. Die Schwammschicht ist ebenfalls wie die Mammillen quergestreift und im polarisierten Lichte auch längsgestreift.

Trotz vieler Untersuchungen an einem sehr großen Material, sowohl auf Radialschliffen als auch auf Totalpräparaten, ist es mir nicht gelungen, bei Struthio und den anderen Struthioniden eine Cuticula festzustellen. Ich bin daher genötigt, die Struthionideneischalen als oberhautlos zu bezeichnen. Durch diesen

Befund — nämlich das Nichtvorhandensein einer Cuticula bei den Struthioniden — erledigt sich die Behauptung von v. Nathusius, daß bei Struthio die Cuticula für den Gasaustausch hinderlich sei und namentlich dann, wenn diese gequollen oder feucht sei.

Instruktiv für den Bau der Mammillen ist die ungleichmäßige Dicke der Mammillenendigungen bei Aepyornis spec. Bei den weiter unten im Text zu beschreibenden Eiern fallen diese Verhältnisse nicht so in die Augen, weil mit der Abnahme der Eigröße die Mammillen entsprechend kleiner werden, aber hier bei Aepyornis kann man diese Unterschiede im Durchmesser mitunter deutlich erkennen. Im folgenden bringe ich nun die ausführliche Beschreibung einer Reihe von Schliffen und Präparaten, die besonders beachtenswerte Merkmale aufweisen.

Ich führe folgende Gruppen an:

Struthionidae — Raptatores
Anatidae — Picidae
Laridae — Oscines.
Podicipedidae

Um Wiederholungen und ermüdende Beschreibungen zu vermeiden, werde ich die Ergebnisse der anderen von mir untersuchten Eier — vor allem die Messungsresultate — in kurzer tabellarischer Übersicht registrieren.

Struthionidae.

	Mammillen-		Durchsichtigkeit der Schwammschicht	Durchsichtigkeit der Mammillen
	Breite	Höhe		
1. Struthio camelus L.	0.04 mm	0,28–0.30 mm	durchsichtig	durchsichtig
2. Struthio camelus L.	0,06 mm bebrütet	0,24 mm	weniger "	weniger "
3. Struthio molybdophanes Reich.	0,10 mm	0,28 mm	hell "	" "
4. Struthio massaicus O. Neum.	0,14 mm	0,25–0,26 mm	" "	fast so durchsichtig wie die Schwammschicht. Mammillenknöpfe gut ausgeprägt, Streifung deutlich

Die von mir untersuchten Straußeneier stammen aus der Zuchtanstalt des Kommerzienrats Hagenbeck-Hamburg.

Ich habe versucht, zwischen den einzelnen Spielarten unterscheidende Kennzeichen herauszufinden, die sich auf die Durchsichtigkeit bezw. Undurchsichtigkeit der Schwammschicht und Mammillenschicht erstrecken. Die untersuchten Eistückchen rühren aus der Aequatorialgegend her.

Die Verantwortung dafür, daß die mir überwiesenen Eier von typischen Subspeziesexemplaren herrührten, muß ich der Firma Hagenbeck überlassen. Soweit ich aber dies durch genauere Untersuchungen an den Eischalen feststellen konnte, muß ich die Angaben von Hagenbeck als richtig bestätigen.

Da die Oberfläche der Straußeischale bei den einzelnen Spezies große Unebenheiten aufweist, ebenso wie der Durchmesser der Schwammschicht, nehme ich von der Angabe von Gesamtdurchmessern der ganzen Eischale Abstand und gebe nur die Höhe und Breite der Mammillen an.

Die Schale ist bei Camelus viel härter und fester als bei den anderen Subspezies. Bei den Camelus-Formen sind die Porenkanalmündungen scharf rund ausgebohrt. Bei den Molybdophanes- und Massaicusformen sind die Mündungen mit Einsenkungen versehen.

Wenn ich zum Vergleich an dieser Stelle die Festigkeit und Sprödigkeit einer Eisenplatte bei Durchlöcherungen anführen darf, so wird der Bau der Lochmündungen bei Camelus und den anderen Spielarten etwas klarer. Bohrt man in zwei verschiedene Eisenplatten verschiedenen Härtegrades Löcher, so fallen die Mündungen der Bohrlöcher je nach dem Härtegrade verschieden aus. Die Platte mit Härtegrad 1 (die also weicher ist), zeigt Bohrlöcher mit Einsenkungen, die Platte mit Härtegrad 2 (die also härter ist), zeigt schöne runde Bohrlöcher mit ganz gleichmäßiger Lochung.

In einer Arbeit „Über die charakteristischen Unterscheidungszeichen verschiedener Straußeneier“ (26 q. p. 165—178) sucht v. Nathusius auch bei den Somali- und Rotbeinstraußen mit Hilfe von Mammillenquerschnittmessungen unterscheidende Kennzeichen herauszufinden. Über die Unzweckmäßigkeit dieser Methode habe ich aber schon früher an anderer Stelle berichtet.

Rhea americana (L.)

schließt sich im Bau der Eischale eng an die Struthioniden an. Der Unterschied besteht nur darin, daß bei Rhea die Porenkanäle gegabelt sind, und die Mündungen mehr oval erscheinen als bei Struthio mit mehr rundlichem Porenkanalquerschnitt.

Die Cuticula fehlt. Die Schwammschicht ist durchsichtig. Die Mammillen sind stumpfer und breiter als bei Struthio. Der Kopf bezw. der Boden der Mammillen also der der Schale zugekehrte Teil ist stark ausgeprägt. Die Mammillen dieser Art haben sehr große Ähnlichkeit im Bau und in der Gestalt mit denen von Cygnus olor Gmel. u. Cygnus cygnus L. Würde man auf Grund des Baues der Mammillen ein System aufstellen, dann müßte man unbedingt diese drei Arten zusammenstellen.

Auf den Tangentialschliffen fällt die dreieckige Zeichnung der Mammillenquerschnitte auf und der rundliche Querschnitt der Porenkanäle.

Auf den Totalpräparaten sieht man nach Abzug der Schalenhaut deutlich die zwischen den Mammillenendigungen auftretenden Lücken. Diese Lücken erscheinen wie Wege, in denen die Luft zirkulieren kann.

Maße.

Schwammschicht	0.39	mm
Mammillenhöhe	0.17	„
Mammillenbreite	0.14	„

Gesamtdurchmesser: Schwammschicht + Mammillenschicht schwankend zwischen 0.56 bis 0.61 mm.

Dromaeus novae hollandiae Lath.

ähnelt im Bau der Eischale der des afrikanischen Straußes.

Die Cuticula fehlt. Die Schwammschicht ist unregelmäßig gebaut, und es wechseln bergartige Erhebungen mit Tälern ab. Die Mündungen der Porenkanäle liegen in der Regel in den Tälern. Direkt unter der Eioberfläche tritt auf den Radialschliffen die Schwammschicht poröser und schwammähnlicher zu Tage. Diese Art von Lückensystem in dem oberen Teil der Schwammschicht mag wohl für die Luftzirkulation von Bedeutung sein. Der untere Teil der Schwammschicht, der dichter ist und sich diesem porösen Teil anschließt, ist undurchsichtig.

Die Mammillen sind weiß und stimmen in Bau und Gestalt mit denen der Struthioniden überein.

Maße:

Mammillenhöhe	0,26 mm
Mammillenbreite	0,08 „

Casuarius galeatus Bonn.

stimmt im histologischen Bau der Schale fast mit Dromaeus überein. Die Cuticula fehlt.

Die Schwammschicht bietet sich im obersten Teile der Radialschliffe — also ganz außen — gelbgrünlich gefärbt dar. Der Querschliff zeigt deutliche bogenförmige bis wallartige Formationen. In den Tälern der wallartigen Erhebungen münden die Porenkanäle, die einzeln verlaufen. Unter dieser hellen äußeren Cuticularschicht tritt in der Richtung zum inneren Teil der Eischale eine helle poröse Schichtung der Schwammschicht auf.

Die Mammillen sind gelblich weiß, sie erscheinen aber weniger kreideartig weiß wie bei Dromaeus. In allgemeinen sind die Mammillen breiter gebaut und regelmäßiger gestreift. Die Streifung verläuft besonders deutlich parallel der Breitenachse der Mammillen.

Maße:

Mammillenhöhe	0.16 mm
Mammillenbreite	0.06 „

Anatidae.

Die Cuticula ist auf den Radialschliffen deutlich erkennbar. Die Schwammschicht ist verhältnismäßig klar. Von Wichtigkeit ist das Vorkommen eines starken Bandstreifens, der in den Mammillen zu Tage tritt. Ich möchte diesen Streifen, den ich durch Goldchloridfärbung bei vielen Radialschliffen der Anseres besonders schön darstellen konnte, als differential-diagnostisches Mittel für die Untersuchung von Anseriden-Eiern bezeichnen. Dieser Bandzug kommt zwar auch bei Cygnus, Columba, Gallus u. a. vor, erreicht aber nicht diese Stärke. Bei Anser segetum Gmel. stellte ich einen Durchmesser von 0,07 mm fest. Die Mammillen sind hell und klar. Der Mammillenknopf ist stark und ausgeprägt.

Die Porenkanäle, deren Färbung mir bei den einzelnen Anseriden-Eiern glückte, stehen einzeln.

Laridae.

Nach Abzug der Cuticula, die sich bei Abtrennung durch chemische Mittel meist schwach grün färbt, erscheint die Schwammschicht je nach der Art mehr oder weniger grau oder braun. Die Cuticula ist sehr dünn. Die Schwammschicht ist trüb. Dabei erscheint die Kalksubstanz recht trocken und bröckelig. Aus der vermehrten Aufnahme von Wasser in die Schwammschicht bei der technischen Bearbeitung nehme ich an, daß die Lariden-Eier auf feuchte Seeluft als Medien angewiesen sind. Aufgabe weiterer physiologisch-chemischer Untersuchungen wäre es, einmal prozentual den Wassergehalt der Kalksubstanz der Schwammschicht bei den Lariden-Eiern zu prüfen.

Die Mammillen sind schwach trüb. Zieht man die Schalenhaut ab und legt die Eischale in Wasser, dann scheinen auf der Innenseite bei den meisten Arten braune Flecken durch, z. B. bei Larus ridibundus L. und Rissa tridactyla (L). Diese Flecken liegen aber alle in der Schwammschicht und durchdringen nicht die Mammillenschicht, wovon ich mich zur Genüge an einer großen Anzahl von Querschliffen von Lariden-Eiern überzeugen konnte. Ich hebe dieses besonders hervor, weil ich bemerken will, daß auch hier die Mammillenschicht keine Farbstoffe enthält.

Podicipedidae.

Durch mineralische Säuren konnte ich die Cuticula in schönen und großen Stücken von der Eischale trennen.

Für die übrigen Verhältnisse auf den Radialschliffen bezw. Totalpräparaten bringe ich als Beispiele das Ei von Podiceps cristatus L.

Die Cuticula ist hornartig mit einem gelbkalkigen Farbenton infolge der darin enthaltenen Kalkkörperchen.

Die Imprägnierung mit Kalksalzen ist aber nicht so groß, wie zum Beispiel bei Pelecanus, da mehr ein pergamentartiger Charakter der Cuticula bei den Colymbiden zum Vorschein kommt. Auf verschiedenen Schliffen fand ich Risse in der Cuticula vor, die ich anfangs als Fortsetzung der Porenkanäle deuten wollte. Als ich aber noch Kontrollpräparate machte und die Schleiftechnik verbesserte, blieben die Zwischenräume aus. Es handelte sich also um Kunstprodukte und nicht um Fortsetzung von Porenkanälen.

Die Schwammschicht ist vollkommen undurchsichtig und sieht weiß kreideartig mit einem Stich ins Grünliche aus.

Die Spitzen der Mammillen sind klar und deutlich, die Abstände zwischen den Mammillen sind besonders markant.

Bei Totalpräparaten, die ich in der Weise herstellte, daß ich Cuticula und Schalenhaut entfernte, konnte ich die Öffnungen der Porenkanäle bei dieser Art schön demonstrieren. Es ergab sich, daß die Porenkanäle bei dieser Art eine ganz besondere Weite besitzen. Die Weite ist ganz enorm für das verhältnismäßig kleine Ei und übertrifft fast die Porenkanalweite des viel größeren Cygnus-Eies.

Die Schalenhaut ist an unbebrüteten Eiern innig mit der Mammillenschicht verbunden. Sie stellt im Verhältnis zur Eigröße ein dichtes Netz von sehr kleinen und feinen Fasern dar. Löst man die Schalenhaut ab, so bleibt immer noch eine Anzahl Fasern an den Mammillen hängen. Solche Verhältnisse fand ich nur noch bei den Eiern der Oscines vor, während es mir sonst bei den anderen Eiern stets gelang, die Schalenhaut von der Mammillenschicht — abgesehen von nur einzelnen Fasern — abzusondern.

Maße:

Cuticula 0,05 mm
Schwammschicht 0,17 mm
Mammillenhöhe 0,07 mm
Schalenhaut 0,09 mm
Gesamtdurchmesser 0,36 mm.

Raptatores.

Die Cuticula ist bei allen Arten im Verhältnis zur Eistärke schwach entwickelt. Auf den Radialschliffen ist sie meist nur schwach festzustellen. Deutlich konnte ich sie aber durch chemische Mittel von der Schwammschicht trennen. Letztere ist getrübt und mit Zwischenräumen durchsetzt. In der Schwammschicht verlaufen Grenzlinien fast senkrecht zur Cuticula. Die Grenzlinien fangen von den Mammillenendigungen an, durchziehen die ganze Schwammschicht und bilden die Grundlage für diese in regelmäßigen Abständen in der Schwammschicht auftretenden Zwischenräume. Die Mammillen sind verhältnismäßig klar und durchsichtig. Sie erscheinen auf den Radialschliffen

rundlich oval. Auf dem Tangentialquerschnitt der Mammille zeigt sich bei den größeren Arten deutliche konzentrische Schichtung. Dieses Vorkommen einer konzentrischen Schichtung ist von besonderem Interesse und außerordentlich wichtig, da ich eine solche auch bei den Mammillen von Testudo vorfand. Die Mammillen stehen in Form von Einzel- oder Doppelmammillen. Bei den Eiern der Raptatores ist der weite Abstand der einzelnen Mammillen voneinander, wodurch besonders große Lückenräume entstehen, für die Luftzirkulation von hoher Bedeutung. Am besten sieht man diese Verhältnisse auf Abbildungen von Totalpräparaten, bei denen die Schalenhaut abgezogen ist. Die Querschnitte der einzelstehenden Porenkanäle sind rundlich.

Gyps fulvus Gml.

Ein schwacher Saum deutet die Cuticula auf dem Radialschliff an.

Die Schwammschicht ist trüb. Sie scheint in einzelne Kammern eingeteilt zu sein, denn auf den Präparaten erkennt man Linien, die von den Enden der Mammillen ausgehen, durch die Schwammschicht laufen und fast senkrecht zur Cuticula stehen. Auffallend ist die Schichtung der Schwammschicht mit etagenartigem Aufbau. Bei diesem Ei von Gyps fulvus Gml. gehen parallel der Cuticula innerhalb der Schwammschicht helle Pigmentstreifen durch. Die Mammillen sind scharf abgesetzt und im Querschnitt etwas rundlich oval. Das Bild erinnert mich lebhaft an den Querschnitt einer Rübe. Durch diesen Vergleich will ich andeuten, daß auf einzelnen Präparaten der Querschnitt der Mammille eine konzentrische Schichtung aufweist. Mitunter stehen zwei Mammillen zusammen, und über den verhältnismäßig durchsichtigen Mammillen verläuft innerhalb der Schwammschicht ein dunkles Querband. Die zwischen den Mammillenendigungen vorhandenen Zwischenräume sind sehr ausgedehnt.

Maße:

Mammillenhöhe 0,03 mm
Mammillenbreite 0,05 mm
Durchmesser ohne Schalenhaut 0,40 mm

Picidae.

Bei den Picusarten ist die Cuticula außerordentlich dünn und sehr schwer nachweisbar. Während es bei den kleinsten Eiern der Oscines noch möglich war, größere Stücke der Cuticula zu isolieren, gelang es hier, nur ganz kleine Stücke der Oberhaut zu trennen. Bei den Picusarten kann man daher von einer eigentlichen Cuticula nicht sprechen. Mir scheint es, als ob die eigentümliche Politur dieser Eier die Schwäche der Oberhaut verdecken sollte. Die Imprägnierung der Cuticula mit dieser Politur soll also wie bei einem Gewebe eine größere Festigkeit bedingen.

Die Porenkanalmündungen sind schon mit dem bloßen Auge sichtbar. Der Grund hierfür liegt darin, daß die Cuticula nur schwach entwickelt ist, und die Mündungen nur wenig von der Cuticularsubstanz überdeckt sind.

Die glatte Oberfläche der Picus-Eier ist indirekt abhängig von dem regelmäßigen und engen Bau der Mammillen. Die einzelne Mammille ist so scharf geprägt und abgesetzt wie bei keinem anderen Vogelei.

Die Radialschliffe, die sich nur mit großer Mühe darstellen ließen, zeigen folgende Verhältnisse:

Die Mammillen sind hell.

Die Schwammschicht ist schwach getrübt.

Maße:

Mammillenhöhe 0,02 mm
Gesamtdurchmesser ohne Schalenhaut 0,09 mm
Gesamtdurchmesser mit Schalenhaut 0,11 mm

Oscines.

Im Gegensatz zu den Angaben von Blasius, Landois, v. Nathusius und anderen Autoren gelang es mir, bei sämtlichen Eiern der Oscines, die ich untersuchte, eine Cuticula nachzuweisen. Freilich ist diese bei manchen Eiern außerordentlich dünn und nur durch chemische Reagentien nachzuweisen.

Die Undurchsichtigkeit der Schwammschicht tritt auf den Radialschliffen deutlich hervor. Bei den Eiern mit weißlicher Grundfarbe erscheint der Farbenton unter dem Mikroskop kreideähnlich.

Die Mammillenschicht ist hell und durchsichtig, freilich nicht in jener Nuanzierung, wie ich sie z. B. bei Podiceps, bei Pelecanus u. a. sah und die mich lebhaft an das Aussehen von Kristalleis erinnerte. Die Mammillen erscheinen am Übergang zur Schwammschicht deutlich abgekantet, und der Mammillenknopf ist deutlich abgesetzt.

Die Schalenhaut zeigt neben glatten Fasern auch solche, die knotenartige Verdickungen besitzen. Diese Eigenartigkeit, die für die Oscines besonders typisch ist, traf v. Nathusius auch bei einer Schlangenart, nämlich bei dem Ei von Python bivittatus (26z. p. 595) an. Er sagt unter anderm: „keulenförmige Verdickungen der Fasern kommen häufig vor.“

C. Zusammenstellung der Messungsergebnisse von 64 Eischalen.

Da sich vorliegende Arbeit hauptsächlich mit Untersuchungen histologisch-physiologischer Art beschäftigt, bin ich auf Einzelheiten in der Nomenklatur nicht näher eingegangen.

Abkürzungen: Schw.=Schwammschicht. dr.=durchsichtig. udr.=undurchsichtig. Mam.=Mammillenschicht. M.-Höhe=Mammillenhöhe. M.-Breite=Mammillenbreite. Ges.=Gesamt. Die Größen sind in mm angegeben.

	Spezies	Cuticula	Schw.	Mam.			Schalenhaut	Ges. Durchm. m. Schalenh.	Ges. Durchm. o. Schalenhaut
					M.-Höhe	M.-Breite			
1	Aepyornis spec.	fehlt	dr.	dr.	0,50	0,35	—	—	—
2	Casuarius galeatus Bonn	„	udr. grün	udr.	0,10 0,16	0,04 0,06	—	—	—
3	Dromaeus novae hollandiae Lath.	„	udr.		0,26	0,08	—	—	—
4	Struthio camelus L.	„	dr.	dr.	0,28	0,04	—	—	—
5	Struthio camelus bebrütet	„	wenig. dr.	wen. dr.	0,24	0,06	—	—	—
6	Struthio molybdophan. Reichenow	„	dr.	wen. dr.	0,28	0,10	—	—	—
7	Struthio massaicus O. Neumann	„	dr.	dr.	0,25	0,14	—	—	—
8	Rhea americana (L.)	„	trüb	dr.	0,17	0,14	—	—	—
9	Sarcoramphus gryphus (L.)	vorhanden	„		0,04			0,48	
10	Gyps fulvus (Gmel.)	„	„		0,03	0,05		0,42	
11	Milvus milvus (L.)	„	„				0,05	0,28	0,23
12	Milvus aegyptius (Gmel.)	„	„				0,05	0,27	0,22
13	Circus aeruginosus (L.)	„	„				0,06	0,24	0,18
14	Buteo buteo (L.)	sehr schwach	„		0,02	0,04	0,08	0,34	0,26
15	Bubo bubo (L.)	kaum nachweisbar	sehr trüb				0,05	0,35	0,30

	Spezies	Cuticula	Schw.	Mam.	M.-Höhe	M.-Breite	Schalenhaut	Ges. Durchm. m. Schalenh.	Ges. Durchm. o. Schalenhaut
16	Asio otus (L.) 1. Präp.	kaum nachweisbar	trüb	dr.	0,02		0,06	0,19	0,13
	„ „ (L.) 2. Präp.	„	„	„	0,02		0,06	0,19	0,13
17	Asio accipitrinus (Pall.)	„	„	„	0,02		0,06	0,18	0,12
18	Fulmarus glacialis (L.)	vorhanden	„	„	0,03	0,03			0,24
19	Plautus impennis (L.)	„		sehr große und breite M.					0,56
20	Alca torda L.	als schwacher Pigm.-Streif vorhanden	schw. trüb	hell	0,02 0,03		0,09	0,32	0,23
21	Colymbus septentrionalis L.	braun			0,03		0,08		0,30
22	Podiceps cristatus L.	stark 0,04	udr.		0,02	0,05			0,19
23	Podiceps cristatus L. bebrütet	„ 0,03	„		0,02				0,20
24	Pelecanus crispus Bruch 1. Präp.	sehr stark 0,11	trüb	s. hell	0,04				0,43
	„ „ „ 2. Präp.	„ „ 0,08	„	„ „	0,04				0,47
25	Phalacrocorax pygmaeus (Gmel.)	vorhanden	„	„ „	0,02				0,13
26	Spheniscus demersus (L.)	stark 0,03	„	„ „	0,03	0,06	0,10	0,50	0,40
27	Larus ridibundus (L.)	schwach	udr.	dr.					0,12
28	Larus ichthyaëtus Pallas	„	„	„				0,17	0,12
29	Rissa tridactyla (L.)	„	„	„				0,18	0,13
30	Sterna macrura Naum. 1. Präp.	„	„	„			0,04	0,14	0,10
31	Sterna macrura Naum. 2. Präp.	„	„	„			0,05	0,15	0,10
32	Cygnus cygnus (L.) 1. Präp.	vorhanden		„	0,05	0,07	0,06		
33	Cygnus cygnus (L.) 2. Präp.	„		„	0,05	0,06	0,06	0,49 0,51	
34	Cygnus olor Gmel.	„		„	0,05			0,50	
35	Anser anser (L.)	„ 0,01	dr.					0,45	
36	Fuligula marila (L.)	„			0,02		0,04	0,22	0,18
37	Mergus serrator (L.)	„ 0,03		dr.	0,03	0,06	0,07	0,25	0,18
38	Pavo pavo L.	„							0,32
39	Gallus domesticus	„							0,36
40	Gallus domesticus Zwergei	sehr stark 0,05		dr.	0,04	0,06			0,34
41	Nycticorax nycticorax (L.)	sehr schwach			0,03			0,16	
42	Fulica atra L.	„ „	udr.	dr.			0,06	0,30	0,24
43	Vanellus vanellus (L.)	„ „	„	„			0,03	0,14	0,11
44	Chethusia gregaria (Pallas)	„ „	„	„			0,04	0,16	0,12
45	Aegialites hiaticula (L.)	kaum ausgeprägt	„	„	0,02		0,04	0,16	
46	Numenius phaeopus (L.)	„	„	„	0,02		0,07	0,23	0,16
47	Gecinus viridis (L.)	„	trüb	hell	0,02		0,03	0,16	0,13
48	Cuculus canorus L.		„				0,02	0,09 0,11	0,07 0,09
49	Merops apiaster L.		„				0,03	0,11	0,08
50	Upupa epops L.		„	helldr.			0,03	0,12	0,09
51	Coracias garrula L.		udr.						0,09
52	Corvus corax L.	schwach meist nur Träger des Cuticulapigments	„				0,04	0,18	0,14
53	Corvus cornix L.		„					0,16	
54	Corvus corone L.		„					0,16	
55	Corvus frugilegus L.		„					0,16	
56	Pica pica (L.)		„					0,15	
57	Turdus musicus L. 1766		„				0,02	0,08	0,06
58	Muscicapa grisola L.		„				0,01	0,07	0,06

	Spezies	Cuticula	Schw.	Mam.			Schalenhaut	Ges. Durchm. m. Schalenh.	Ges. Durchm. o. Schalenhaut
					M.-Höhe	M.-Breite			
59	Sylvia atricapilla (L.)		udr.						0,06
60	Passer domesticus (L.)		„						0,07
61	Parus major L.		„				0,01	0,06	0,04
							0,02	0,07	0,05
62	Regulus regulus (L.)		„					0,045	
63	Troglodytes troglodytes (L.)		„					0,05	
64	Crotophaga ani L.	0,01	„		0,03		0,03	0,16	0,13

Zu 9) Schwammschicht gekammert, Typus der Raptatores.
Zu 19) Braune Pigmentstreifen in der Schwammschicht.
Zu 20) Ebenso wie bei 19).
Zu 32) Querband über den Mammillen deutlich.
Zu 35) Querband über den Mammillen deutlich.
Zu 36) Mammillen breit, mittlerer Teil der Schwammschicht heller.
Zu 38) Dicker Schliff.
Zu 40) Querband über den Mammillen, letztere kappenartig deckend.
Zu 43) Braune Pigmentstreifen in der Schwammschicht.
Zu 45) In der Schwammschicht über den Mammillen Pigmentstreifen.
Zu 48) Dicker Schliff; braune Pigmentstreifen in der Schwammschicht.
Zu 60) Verhältnismäßig große Mammillen.
Zu 64) Kein Pigment in den Mammillen (v. Nathus. behauptete fälschlicher Weise, Crotophaga besitze Pigment in den Mammillen.)

D. Zusammenfassung.

Fasse ich die Resultate meiner Untersuchungen zusammen, so komme ich zu folgenden Schlußfolgerungen:

Die Eier von Podiceps zeichnen sich durch besonders weitwandige Porenkanäle aus. Diese Eigentümlichkeit mag vielleicht von großer biologischer Bedeutung sein für die osmotischen Vorgänge bei dem Brutprozeß der Podiceps-Eier, der sich meist bei feuchtem Neste und feuchter Umgebung vollzieht.

Die Cuticula kann beim Straußenei nicht, wie von Nathusius angeblich gefunden hat, ein Hindernis für den Durchgang des Wassers und, wenn die Schale feucht ist, auch für Luft sein, da ich bei den Struthioniden-Eiern überhaupt keine Cuticula gefunden habe.

Der Gasaustausch zwischen dem Eiinnern und der Außenwelt kann auch bei feuchter Schale erfolgen.

Die Herstellung guter Schliffe ist außerordentlich zeitraubend und verlangt große Ausdauer und Geschicklichkeit. Bei der geringsten Unachtsamkeit kann ein fast fertig gestellter Schliff noch im letzten Augenblick zerbrechen. Auch waren nicht alle angefertigten Schliffe für meine mikroskopischen Untersuchungen brauchbar. Unter etwa 1500 angefertigten Schliffen erwiesen sich nur ungefähr 200 für meine speziellen Untersuchungen als tauglich. Die Schwierigkeit der Herstellung der Schliffe mag wohl die Ursache gewesen sein, daß andere Forscher, welche die gleiche Materie bearbeiten wollten, sich mit Untersuchungen von viel weniger Schliffen begnügen mußten.

Die Bedeutung der mikroskopischen Eischalen-Struktur für die systematische Gruppierung der Vogelspezies ist von von Nathusius und Landois vollständig überschätzt worden.

Die großen Serien von Eischliffen, die ich angefertigt habe, lassen wohl keinen Zweifel darüber, daß einzelne Gruppen auf den Schliffen einige charakteristische Merkzeichen aufweisen. Für die Unterscheidung nahe verwandter Arten aber versagt die Methode der Untersuchung auf Schliffen vollständig.

Zu unterscheiden sind: Aepyornis, Struthio, Rhea, Dromaeus und Casuarius von einander auf Radial- und Tangentialschliffen.

Mikroskopisch charakteristische Eischalen-Strukturen besitzen die Raptatores z. B. in den hellen Mammillen und in dem eigentümlich gekammerten Bau der Schwammschicht usw., sodaß diese Eier von anderen Vogelgruppen differenziert werden können. Buteo ist aber nicht zu unterscheiden von Milvus und noch weniger Milvus milvus L. von Milvus aegyptius Gmel. Selbst Gyps kann nicht von Milvus unterschieden werden, wenn man nicht vielleicht das einzige differential-diagnostische Hilfsmittel in diesem Falle, nämlich den Radial-Durchmesser heranzieht.

Die Cygnidae, Anatidae und Gallinae besitzen helle Mammillen und in den Mammillen ein organisches Band, das für diese Gruppen auf den Radial-Schliffen typisch ist.

Spheniscus, Pelecanus und Podiceps haben eine starke Cuticula, die auf den Schliffen besonders markiert ist. Bei den beiden erstgenannten Arten ist die starke Kalkimprägnierung der Cuticula beachtenswert, während bei Podiceps die Cuticula weniger kalkreich gebaut ist.

Bei Pelecanus crispus Bruch fand ich so große Fasern in der Schalenhaut vor, wie ich solche nicht einmal bei Struthio antraf.

Die Oscines haben eine verhältnismäßig durchsichtige Mammillenschicht und eine sehr trübe fast undurchsichtige Schwammschicht. Man kann aber auf dem Wege der Radial- und Tangential-Schleifmethode nicht Corvus frugilegus von corone bezw. von cornix bezw. Bastardeneier herausfinden. Auch ist es nicht möglich, z. B. ein Ei von Passer, von Motacilla oder Parus oder einer Sylvia zu unterscheiden. Die Picidae besitzen besonders scharf ausgeprägte Mammillen.

Für die anderen Vogelgruppen kommen besonders differente Merkmale nicht in Betracht.

Durch Untersuchungen auf dem Wege der Radial- oder Tangential-Schleifmethode an Vogeleiern kann die systematische Oologie keine namhafte Förderung erfahren. Dies liegt aber an der Eigenart des Objektes, nämlich am Ei selbst. Der Bau der Eischale zeichnet sich auf den Schliffen durch eine so große Einheitlichkeit aus, daß für die Spezies und Familien zu wenige Unterscheidungsmerkmale auftreten. Blasius (5. p. 46) sagt ganz richtig: „Es zeigen sich ebenso wie in Form, Färbung, Korn und Glanz der Eischale auch in der inneren mikroskopischen Struktur bald zwischen nahe verwandten, bald zwischen weit im System von einander entfernten Vögeln auffallende Ähnlichkeiten oder auffallende Verschiedenheiten. Die Natur läßt uns hierin keinen gesetzmäßigen Typus erkennen. So kann man der inneren Struktur der Eischale kaum einen größeren systematischen Wert zuschreiben als den äußeren makroskopischen Eigenschaften des Eies, und die Oologie wird, auch durch dies neue Element verstärkt, keinen besseren Anspruch, wie bisher, auf Unterstützung der systematischen Ornithologie machen dürfen.“

Schließlich möge es mir gestattet sein, Herrn Geh. Rat Prof. Dr. Ludwig für die mir in reichstem Maße erwiesene Belehrung sowie für die bereitwillige Überlassung aller Hilfsmittel des zool. Instituts der Universität Bonn aufrichtigen Dank zu sagen. Ebenso möchte ich nicht verfehlen, Herrn Prof. Dr. Strubell für die liebenswürdige Unterstützung bei Anfertigung vorstehender Arbeit meinen Dank auszusprechen.

E. Literatur.

1. M' Aldowie. Observations on the developement and the decay of the pigment layer on birds eggs. Journ. Anat. Phys. Vol. 20. 1886. p. 225/237. London.
2. Altum, B. Die spiralige Anlage in der Zeichnung vieler Vogeleier. Journ. f. Ornith. 1864 p. 103 u. f.
3. Baldamus, E.
   a) Die Oologie und die Systematik. Naumania 1851 p. 69 und f.
   b) Kaliologische und oologische Studien. Journ. f. Ornith. 17. 1869 p. 403 und f.

3a. Bau, A. Naturgeschichte der „Deutschen Vögel“ Stuttgart 1905. Neuauflage zu „Friderich“.

4. Biedermann, W.
   a) Untersuchungen über Bau und Entwicklung der Molluskenschalen Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaften. Bd. 36. 1901. 164 Seiten. Sonderabdruck.
   b) Über den Zustand des Kalkes im Crustaceenpanzer. Biologisches Centralblatt Bd. XXI. Nr. 11. 1901. Leipzig. Sonderabdruck.
5. Blasius, R. Über die Bildung, Struktur und systematische Bedeutung der Eischale der Vögel. Zeit. f. wissenschaftl. Zool. Bd. 17. 1867 p. 480—524.
6. Brandt, A. Ei von Struthiolithus chersonensis. Zool. Anz. N. 191. 1884 85.
7. Bronn. Klassen und Ordnungen des Tierreiches. 6. Bd. 1891. Vögel, anatomischer Teil.
8. Coste. Histoire du développement des corps organisés, tome 1. 1847. p. 295,
9. Durski, St. v. Die pathologischen Veränderungen des Eies u. Eileiters bei den Vögeln. Berlin 1907. Verlag von R. Schötz. Dissertation.
10. Erdmann. Briefliches über die Eipollage. Journ. f. Ornith. 1886 N. 173. p. 405.
11. Gasser. Eierstockei und Eileiterei des Vogels, Sitzungsberichte. Marburg 1884. p. 84—90. Erscheinungsjahr 1885.
12. Hammarsten & Lindenwall. Über die Schalenhaut des Hühnereies. Jahresbericht für Tierchemie 1881 Bd. 11. p. 38.
13. Kelly, A. Beiträge zur mineralogischen Kenntnis der Kalkausscheidungen im Tierreich. Jenaische Zeitschr. für Naturwissenschaften, Bd. 35. 1901. Sonderabdruck p. 429—492.
14. v. König-Warthausen.
    a) Über die zur Unterscheidung der Vogeleier dienenden Merkmale. Württ. Natur. Jahreshefte 1876. p. 178—190.
    b) Über die Gestalt der Vogeleier und über deren Monstrositäten. Jahreshefte des Vereins für Vaterländische Naturkunde in Württ. 1885. p. 289—305.
15. Kramer, F. Beitrag zur Kenntnis der Entwickelung und Bedeutung des Vogeleies. Verh. der phys. med. Ges. zu Würzburg. Neue Folge, erster Bd. 3. Heft. 1896.
16. Krukenberg, W. Die Farbstoffe der Vogeleischalen. Verhandl. der phys. med. Gesellschaft zu Würzburg. 1883. Bd. 17. p. 109—127 (mit 1 Tafel).

17. Kutter. Über die Unterschiede der Eier des schwarzen und weißen Storches und über die Wichtigkeit des Schalengewichtes der Eier als unterscheidendes Merkmal. Ornith. Zentralblatt VI. 1881 p. 125 und f.
18. Landois, A.
a) Die Eierschalen der Vögel in histologischer Beziehung. Zeit. f. wissen. Zool. Bd. 15. 1865. p. 1—31.
b) Sind Eiweiß und Eischale bei Vogeleiern periplastische oder exoplastische Gebilde? Journ. f. Ornith. 1884 p. 182 u. f.
c) 17 große Eier in der Bauchhöhle eines Huhnes. Zool. Garten. 1903 p. 89/92.
19. Leuckart, R. Artikel Zeugung, Handwörterbuch der Physiologie. Bd. IV. 1854.
20. Liebermann, C. Über die Färbung der Vogeleischalen. Ber. d. deutsch chemischen Ges. Vol. 1878. p. 606—610.
21. Loos. Die Eiweißdrüsen der Amphibien und Vögel. Zeit. f. wiss. Zool. Bd. 35. p. 478—504.
22. Ludwig, H. Über die Eibildung im Tierreiche. Würzburg. 1874. Gekrönte Preisschrift.
23. Meckel v. Hemsbach. Die Bildung der für partielle Furchung bestimmten Eier der Vögel usw. Zeit. f. w. Zool. 1851. p. 420—434.
24. Meirowsky. Über den Ursprung des melanotischen Pigments der Haut und des Auges. Leipzig 1908. Werner Klinkhardt. 123 Seiten. Sieben Tafeln.
25. Nasse. In.-Diss. Marburg 1862. (zit. n. Blasius.)
26. Nathusius, W. v.
a) Über die Hüllen, welche den Dotter des Vogeleies umgeben. Zeit. f. wiss. Zool. Bd. 18. 1868. p. 225 u. f.
b) Nachträge dazu Bd. 19 p. 322 und f.
c) Über die Bildung der Schale des Vogeleies. Zeit. f. d. gesamte Naturwissenschaft Bd. 31. 1868. p. 19.
d) Über die Struktur der Moaeischalen aus Neuseeland und die Bedeutung der Eischalenstücke für die Systematik. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. XX. 1870. p. 106 und 31 p. 330.
e) Die Struktur des Vogeleies und deren Beziehungen zur Systematik. Jour. f. Ornith. 1871 p. 241.
f) Über den inneren Bau einiger Gänseeier mit doppelten Dottern, nebst einigen weiteren Bemerkungen über Spezies-Unterschiede bei Eierschalen. Journ. f. Ornith. 1872. p. 321.
g) Nachweis des Spezies-Unterschiedes von Corvus corone und Corvus cornix und ihrer häufigen Verbastardierung an den Eierschalen. Journ. f. Ornith. 1874. p. 1. u. f.
h) Abgrenzung der Ordnung der Oscines von den Clamatoren, Scansoren und Columbiden durch die Struktur der Eischalen. Zeit. für wiss. Zool. Bd. XXX. Suppl. 1878 p. 69.
i) Betrachtungen über die Selektionstheorie vom Standpunkte der Oologie aus. Journ. für Ornith. 1879 p. 225.
k) Über Eischalendünnschliffe. Journ. f. Ornith. 1880 p. 341.
l) Über die Struktur der Eischale von Opisthocomus cristatus und deren Beziehungen zu diesen Verhältnissen bei den Hühnern. Journ. für Ornith. 1881. p. 334.

m) Über die Bedeutung von Gewichtsbestimmungen und Messungen der Dicke bei den Schalen von Vogeleiern. Journ. f. Ornith. 1882 p. 129. u. f.
n) Untersuchungen von Eischalen, nämlich von Opisthocomus und Turnix nebst Bemerkungen über die systematische Bedeutung dieser Strukturen. Journ. f. Ornith. 1882. p. 255.
o) Über das fossile Ei von Struthiolithus chersonensis Brandt. Zool. Anz. 1886. p. 47/50.
p) Über die feinere Struktur der sogenannten Überzüge gewisser Vogeleier namentlich von Crotophaga, Pelecanus, Carbo, Sula sowie deren Beziehungen zu den Oberhäutchen anderer Eischalen. Tagebl. der 57. Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte. Magdeburg 1884 p. 89.
q) Über die charakteristischen Unterscheidungszeichen verschiedener Straußeneier. Journ. f. Ornith. 1885 p. 165.
r) Besteht eine ausnahmslose Regel über die Lage der Pole des Vogeleies im Uterus im Verhältnis zur Kloakenmündung? Zool. Anz. 1885. p. 415.
s) Über die Lage des Vogeleies im Uterus. Zool. Anz. 1885. p. 713.
t) Die Kalkkörperchen der Eischalenüberzüge und ihre Beziehungen zu den Hartingschen Calcosphäriten. Zool. Anz. 1887. p. 292 und 311.
u) Die Entwicklung von Schale und Schalenhaut des Hühnereies im Oviduct. Zeit. f. wiss. Zool. Bd. 55. 1893. p. 576.
v) Zur Lage des Vogeleies im Eileiter. Zool. Anz. 1894. Nr. 464.
w) Über Farben der Vogeleier. Zool. Anz. 1894. Nr. 463 und 464 v. Nathusius'sche Bemerkungen zu Nr. 455, Jahrgang 17 des Zool. Anzeigers zu den Äußerungen von Prof. Taschenberg gegen Wickmann.
x) Einschluß eines Hühnereies, Knorpel, Knochen und Bindegewebe enthaltend. Archiv f. mikr. Anatomie. Bd. 45. 1895. p. 654–692.
y) Zur Oologie der Rheaarten. Journ. für Ornith. 1896. p. 257—273.
z) Die Eihaut von Pyton bivittatus. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 38. p. 584—620.

27. Poppe. Zur Frage der Übertragung von Krankheitserregern durch Hühnereier. „Arbeiten aus dem kaiserl. Gesundheitsamte," Bd. XXXIV. Heft 2. 1910. p. 186–221.
28. Preyer, W. Spezielle Physiologie des Embryo. Leipzig 1885. Griebens Verlag.
29. Reichenau, W. v. Die Farbe der Vogeleier, Cosmos I. 1877. p. 209.
30. Rey. Die Eier der Vögel Mitteleuropas 1905. 2 Bände. Gera.
31. Rizzo, A. Sul numero e sulla distributione dei pori nel guscio d' ele ovo di gallina. Ricerche fatte nel Laborat. di Anatomia normale Univ. di Roma; ed. in altri Lab. biol. Vol. VII. p. 171/199.
32. Roi le. Zur Kenntnis der Eier von Milvus aegyptius (Gmel.) Zeitschrift für Oologie und Ornithologie. 1906. p. 1—13.
33. Schalow. Beiträge zur Oologie der recenten Ratiten. Journ. f. Ornithol. Sonderabdruck p. 1—28.
34. Schenk. Über Pilzbildung in Hühnereiern, Zeit. f. wiss. Zool. Bd. 1. p. 73 u. f.
35. Schuster. Zeit. f. Oologie, herausgegeben von Hocke 1908. 15. Juli. p. 62 und f.
36. Schüller, M. Epithelien auf der Innenfläche der Schalenhaut des Hühnereies. Anat. Anz. Bd. XVI. p. 460. 1899.

37. Seidlitz, G. v. Die Bildungsgesetze der Vogeleier. Leipzig 1869. Wilh. Engelmann.
38. Sorby. On the colouring-matters of the shells of birds' eggs. Proc. Zool. Soc. London 1875. p. 351/365.
39. Sturm, A. Über Dottertumoren und Eikonkremente bei Hühnern in ihren Beziehungen zu Eileiter und Eierstock. Berlin 1910. Inaug.-Diss.
40. Szielasko.
   a) Untersuchungen über die Gestalt und Bildung der Vogeleier. Inaug.-Diss. Königsberg 1904.
   b) Schriften der physik. ökonom. Gesellschaft zu Königsberg. Jahrgang 51. 1910. Die Bedeutung der Oologie für die Systematik p. 307—314.
41. Tarchanoff. Über die Verschiedenheiten des Eiereiweißes bei befiedert Geborenen (Nestflüchter) usw. Pflüger's Archiv f. Physiologie. Bd. 31. p. 368. 1883, ferner 38. 1884 und Bd. 39. 1886.
42. Taschenberg. Zur Frage über die Entstehung der Färbung der Vogeleischalen. Zool. Anz. 1885. p. 243 bis 45.
43. Thienemann. Über die Wichtigkeit der Oologie für die gesamte Ornithologie. Rhea I. 1846. p. 11—17.
44. Waldeyer-Hertwig. Handbuch der vergleichenden und experimentellen Entwicklungslehre der Wirbeltiere. Jena 1906. 1. Teil. p. 317—323. von Dr. O. Hertwig.
45. Weidenfeld. Über die Bildung der Kalkschale und Schalenhaut der Hühnereier. Zentralbl. f. Physiologie. Bd. XI. 1897. p. 282.
46. Wicke. Über das Pigment in den Eischalen der Vögel. Naumannia 1858. p. 393.
47a. Wickmann. Über Struktur und Bildung der Eischalen. Journ. f. Ornith. 1899. p. 225.
47b. Wickmann. Die Entstehung der Färbung der Vogeleier. Inaug.-Diss. Münster 1893. 64 Seiten.
48. Wiese. Über Abänderungen in der Farbe der Vogeleier. Journ. f. Ornith. 1867. p. 73—82.
49. Wittich v. Über Pilzbildung im Hühnerei. Zeitsch. f. w. Zool. Bd. 3 p. 213. u. f.

Lebenslauf.

Ich, Anton, Johann, Franz Clevisch wurde am 9. Oktober 1876 zu Saarlouis geboren als Sohn des nunmehr verstorbenen Garnison-Verwaltungsinspektors Anton Clevisch und seiner Frau Marie geb. Stein und in der katholischen Religion erzogen.

Nach dem Besuch der Elementarschule zu Saarlouis bezog ich die Gymnasien zu Saarlouis, Metz und Saarbrücken. Das Gymnasium zu Saarbrücken verließ ich Ostern 1897.

Im Herbst 1897 begann ich mein Studium an der tierärztlichen Hochschule zu München und erledigte auch dort die vorgeschriebenen Prüfungen, so die tierärztliche Vorprüfung am 24. Oktober 1899 und die tierärztliche Approbationsprüfung am 25. Juli 1902. Am 22. Dezember 1906 bestand ich zu München das tierärztliche Staatsexamen zum beamteten Tierarzt, womit ich zugleich die Qualifikation zum Kreistierarzt erlangte.

Außer den naturwissenschaftlichen Studien an der Tierärztlichen und an der Technischen Hochschule zu München trieb ich noch ein 9 semestriges spezielles naturwissenschaftliches Studium an den Universitäten zu München und Bonn.

In München, wo ich Vorlesungen und Übungen von Wintersemester 1903/04 bis einschließlich Sommersemester 1905 besuchte, waren meine akademischen Lehrer, die Herren Professoren Ebert, v. Goebel, Harz, v. Hertwig, Rotpletz und Muthmann, in Bonn — von Sommersemester 1909 bis einschließlich Sommersemester 1912 — die Herren Professoren Kayer, Ludwig und Strubell.

Meine Dissertation fertigte ich im Zoologischen Institut der Universität Bonn an.

Allen genannten Herren Professoren gebührt mein Dank.

Seit 1905 bin ich im Dienste der Stadt Cöln als städtischer Tierarzt angestellt.

Der Armee gehöre ich als Oberveterinärarzt der Reserve an.

Die mündliche Doktorprüfung bestand ich am 4. Juni 1913 zu Bonn.

